

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MÔNICA IKEDA

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E
SENSORIAIS PELA INCORPORAÇÃO DE FARINHA DE PINHÃO NO PREPARO
DE BOLOS DESTINADOS A CELÍACOS

CURITIBA PR

2016

MÔNICA IKEDA

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E
SENSORIAIS PELA INCORPORAÇÃO DE FARINHA DE PINHÃO NO PREPARO
DE BOLOS DESTINADOS A CELÍACOS

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Mestre em Engenharia de
Alimentos, no Curso de Pós-Graduação em
Engenharia de Alimentos, Setor de Tecnologia, da
Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Rosemary Hoffmann Ribani
Coorientadora: Dra. Rossana Catie Bueno de Godoy

CURITIBA
2016

Ikeda, Mônica

Estudo das características reológicas, físico-químicas e sensoriais pela incorporação de farinha de pinhão no preparo de bolos destinados a celíacos / Mônica Ikeda. – Curitiba, 2016.

102 f. : il.; grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Rosemary Hoffmann Ribani

Coorientadora: Rossana Catie Bueno de Godoy

Bibliografia: p.91-99

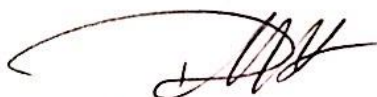
1. Pinheiro do Paraná. 2. Farinhas. 3. Dieta sem glúten. I. Ribani, Rosemary Hoffmann. II. Godoy, Rossana Catie Bueno de. III. Título.

CDD 641.34

MÔNICA IKEDA

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS PELA INCORPORAÇÃO DE FARINHA DE PINHÃO NO PREPARO DE BOLOS DESTINADOS A CELÍACOS

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Orientadora: Prof^a. Dr^a. ROSEMARY HOFFMANN RIBANI
Setor de Tecnologia, UFPR



Dr^a. CRISTIANE VIEIRA HELM
EMBRAPA FLORESTAS



Prof^a. Dr^a. AGNES DE PAULA SCHEER
Setor de Tecnologia, UFPR

Curitiba, 06 de maio de 2016.

Aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

A Deus por guiar o meu destino.

À minha orientadora Dr^a Rosemary Hoffmann Ribani pela credibilidade, direcionamento e paciência.

À minha co-orientadora Dr^a Rossana Catie Bueno de Godoy pela dedicação, comprometimento e empenho.

Aos meus pais, Oscar K. Ikeda e Silvana Ap^a Ikeda pelo amor e dedicação à minha vida, compreensão com as minhas escolhas e apoio em meus caminhos.

Às minhas irmãs, Angela C. Ikeda e Priscila Ikeda por serem os meus bons exemplos e darem os melhores conselhos.

Aos meus amigos por dividirem comigo o tempo livre, os momentos felizes, os momentos não tão felizes, as conquistas, os desafios, os choros e os sorrisos.

Ao Bruno Ricardo Winzewski pelo amor na alegria e na insegurança, por acreditar em mim e tentar me fazer acreditar também.

Aos meus colegas de trabalho pela compreensão, assistência e ensinamentos diários. Especialmente à Kátia Cordeiro pela paciência e conselhos e ao Álvaro Crivellaro por compreender as minhas ausências.

À Granolab Granotec do Brasil pela colaboração, fornecendo insumos e disponibilizando os laboratórios para o projeto. Em especial às analistas do laboratório e os meninos da padaria que ajudaram na elaboração das análises e produtos finais.

À Embrapa Florestas que forneceu as amostras de pinhão e demonstrou total apoio com as análises físico-químicas e tratamento estatístico. Em especial à Cristiane Vieira Helm e a Henriette Monteiro C. de Azevedo, que ajudaram efetivamente no desenvolvimento do trabalho, e à Rossana Catie Bueno de Godoy, mais uma vez, pelo apoio no acesso aos serviços da Embrapa Florestas, bem como, disposição de tempo e serviço com o presente trabalho.

À Indústria Reunidas Coringa de Arapiraca – AL, que colaborou fornecendo a farinha de arroz para todo o período de execução do projeto.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da UFPR, pela credibilidade, suporte e orientação.

À Embrapa Rio de Janeiro que possibilitou a produção da farinha de pinhão. Em especial ao Carlos W. Piler Carvalho, que disponibilizou informações para consulta e auxílio durante a execução do projeto.

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos da Unicamp pela dedicação e condução das análises em RVA.

À banca avaliadora pela disponibilidade e atenção ao trabalho.

RESUMO

Diante da necessidade imposta pela dieta aos celíacos, buscam-se alternativas capazes de suprir a restrição de glúten. Nesse sentido, o presente trabalho desenvolveu mesclas entre farinha de arroz e farinha de pinhão para o preparo de uma pré-mistura de bolo. A inserção do pinhão em alimentos industrializados foi uma proposta para promover a utilização de sucedâneos da semente proveniente da *Araucaria angustifolia*, valorizando esta que se encontra em risco de extinção, além de estabelecer um produto com propriedades estruturais, sensoriais e valores nutricionais à dieta restrita ao glúten. As proporções das mesclas foram determinadas pelo planejamento experimental simplex centroid, onde utilizou-se pontos máximos em 100% e 50%, e pontos mínimos em 50% e 0% das farinhas de arroz e pinhão, respectivamente. As mesclas foram analisadas por meio de testes físico-químicos, onde foram quantificados os teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibras e carboidratos; e parâmetros reológicos, com testes em RVA®, amido danificado, cor, granulometria. Nos bolos preparados com as misturas, além das análises físico-químicas, foram analisados os parâmetros de textura, volume específico e análise sensorial através de escala hedônica de 9 pontos. As principais informações resultantes foram os dados sobre a viscosidade das mesclas, cujas respostas demonstraram, no parâmetro de tendência a retrogradação, que a maior proporção de farinha de pinhão apresentou o valor de 1761 ± 51 cP, contra 4747 ± 157 cP descrito para a amostra com 100% de farinha de arroz, indicando que a farinha de pinhão confere maior estabilidade. Outros resultados relevantes foram observados para os atributos de textura, onde foram avaliados firmeza e elasticidade dos bolos logo após o preparo, e ao final de sete e quinze dias. Para o parâmetro de firmeza, o bolo contendo apenas farinha de arroz apresentou valor inicial de $919,4 \pm 8,84$ N e valor final de $1869,0 \pm 105,95$ N, enquanto que o produto desenvolvido com a maior proporção de farinha de pinhão demonstrou os valores de firmeza inicial e final em $853,1 \pm 14,07$ N e $1396,0 \pm 18,79$ N, respectivamente. Ou seja, a variação de firmeza foi maior no produto preparado apenas com farinha de arroz, reforçando a sua característica de menor estabilidade frente aos bolos com mesclas de até 50% de farinha de pinhão. Resultados semelhantes foram observados para os valores de elasticidades das amostras, onde o bolo produzido sem farinha de pinhão (modelo) apresentou valores iniciais e finais respectivos a $65,83 \pm 0,45\%$ e $58,03 \pm 0,29\%$, enquanto que o produto com a maior quantidade de farinha de pinhão demonstrou valor inicial em $60,73 \pm 0,81\%$ e valor final de $55,9 \pm 0,75\%$. O teor de fibras da farinha de pinhão contribuiu para dobrar o conteúdo desse atributo nas preparações frente ao modelo sem farinha de pinhão. Nos resultados sensoriais observou-se que a farinha de pinhão adicionada na pré-mistura de bolos, na proporção entre 25 a 37,5%, melhorou a aceitação dos produtos pelos provadores. Em relação aos dados de textura verificados pela escala ideal, foi possível identificar que a amostra referente à proporção de 37,5% de farinha de pinhão apresentou alto índice de aceitação para o consumo, referida como amostra com menor característica de esfarelar-se frente ao bolo modelo. Dessa forma, o estudo viabilizou a inclusão de farinha de pinhão para o preparo de pré-mistura de bolo sem glúten. Foi possível verificar que mesmo na maior proporção analisada (50:50, m:m), obteve-se aceitabilidade sensorial. Além disso, a farinha de pinhão atribuiu melhor textura e menor perecibilidade nos produtos finais em comparação com os produtos desenvolvidos apenas com farinha de arroz.

Palavras-chave: *Araucaria angustifolia*, arroz, farinha, bolo, intolerância ao glúten.

ABSTRACT

Over the necessity imposed by the diet for coeliacs, alternatives are sought to supplying the gluten restriction. In that direction, the present paper has tried to develop blends of rice flour and pine nuts flour for the preparation of a premix cake. The pinion insertion in processed foods was a proposal to enable the seed of conservation from the *Araucaria angustifolia*, once it is endangered and seek to establish structural, sensory properties and nutritional values corresponding to the food inappropriate for diet restricted to gluten. The blends were produced according to proportions determined by the experimental design simplex centroid, which was used maximum points at 100% and 50%, and minimum points at 50% and 0% of rice flour and pine nuts, respectively. The blends and the products were analyzed by physico-chemical tests, checking the moisture, ash, protein, lipids, carbohydrates and fiber; and rheological parameters, with tests on RVA®, damaged starch, color, grain size, texture and specific volume; beyond sensory analysis by hedonic scale of 9 points. The main result information are data about the viscosity of the blends, whose responses demonstrated the trend of retrogradation that the largest proportion of pinion flour showed the value $1761 \pm 51\text{cP}$ compared with $4747 \pm 157\text{ cP}$ described for the sample with 100% rice flour. This information asserts that the pine nuts flour was able to give more stability in the test sample. Other relevant results were about texture attributes that evaluated firmness and elasticity of the product ready in the period of fifteen days. For the firmness parameter, the cake containing only rice flour showed initial value of $919.4 \pm 8.84\text{ N}$ and final value of $1869.0 \pm 105,95\text{N}$, while the developed product with a higher proportion of pine nuts flour it demonstrated the initial and end firmness values at $853.1 \pm 14,07\text{N}$ and $1396.0 \pm 18,79\text{ N}$, respectively. The variation of firmness was higher in the product, which did not contain the pine nuts flour, reinforcing the characteristic of the same stability. Similar results were observed for the elasticities of the sample values, where the cake produced with free pine nuts flour had initial and final values corresponding to $65.83\% \pm 0.45$ and $58.03 \pm 0.29\%$, while the product with the highest amount pinion flour showed initial value of $60.73 \pm 0.81\%$ and a final value of $55.9 \pm 0.75\%$. The fiber content contributed to double the content of this attribute in front of the preparations without pinion flour. In sensory results, it showed that the pinion flour added to the premix cakes in the proportion of 25 to 37.5%, improved product acceptance by the panel. What about the texture data verified by the ideal range, it was possible to identify the sample relating to the proportion of 37.5% pinion flour showed high acceptance rate to consumers. Thus, the study enabled the pinion flour inclusion for the preparation of premix gluten-free cake. It can be seen that even at the highest analyzed proportion (50:50, w: w) was obtained sensory acceptability. Furthermore, pinion flour attributed better texture and reduced perishability in the final product compared with the products developed only with rice flour.

Keywords: *Araucaria angustifolia*, rice, flour, cake, gluten intolerance.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – <i>Araucaria angustifolia</i>	22
FIGURA 2 – SEMENTE DA <i>Araucaria angustifolia</i> – PINHÃO.....	24
FIGURA 3 – PROTEÍNAS FORMADORAS DA REDE DE GLÚTEN.....	28
FIGURA 4 – ALTERAÇÕES DAS MICROVILOSIDADES DO INTESTINO DELGADO EM INDIVÍDUOS PORTADORES DA DC (A) E NÃO PORTADORES DA DC (B).....	29
FIGURA 5 - ESTRUTURA QUÍMICA DA AMIOLOSE (a) E AMILOPECTINA (b).....	34
FIGURA 6 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO ADAPTADO PARA A OBTENÇÃO DA FARINHA DE PINHÃO.....	45
FIGURA 7 – SISTEMA DE COLORIMETRIA CIELAB.....	49
FIGURA 8 – BATEDEIRAS PLANETÁRIAS PREPARADAS PARA INÍCIO DA ELABORAÇÃO DOS BOLOS.....	51
FIGURA 9 – DISPOSIÇÃO DOS INGREDIENTES NA ORDEM DE PREPARO.....	51
FIGURA 10 – INSERÇÃO DOS INGREDIENTES COMPLEMENTARES NA PRÉ MISTURA DE COMPONENTES SECOS.....	52
FIGURA 11 – BATIMENTO INICIAL LENTO DURANTE 2 MINUTOS.....	52
FIGURA 12 – BATIMENTO FINAL RÁPIDO DURANTE 3 MINUTOS.....	53
FIGURA 13 – MASSAS PRONTAS PARA SEGUIREM AO FORNEAMENTO.....	53
FIGURA 14 – MASSAS DISPOSTAS NAS FORMAS NA QUANTIDADE DE 250 G CADA NA ORDEM DOS TRATAMENTOS EM AVALIAÇÃO.....	54
FIGURA 15 – FORMAS DISPOSTAS NO FORNO PARA ASSAMENTO.....	54
FIGURA 16 – BOLOS PRONTOS APÓS FORNEAMENTO ORDENADOS CONFORME TRATAMENTO EM AVALIAÇÃO.....	55

FIGURA 17 – CORTE VERTICAL PARA VISUALIZAÇÃO INTERNA DOS BOLOS.....	56
FIGURA 18 – CORTE EM FATIAS DOS BOLOS ORDENADOS CONFORME TRATAMENTO EM AVALIAÇÃO.....	56
FIGURA 19 – DISPOSIÇÃO DAS AMOSTRAS NA BANDEJA PARA ANÁLISE SENSORIAL.....	59
FIGURA 20 – PERFIL DE CONSUMIDORES – APRECIAÇÃO DE BOLOS EM GERAL.....	81
FIGURA 21 – FREQUÊNCIA DE CONSUMO DE BOLO.....	82
FIGURA 22 – PARÂMETROS CONSIDERADOS COMO MAIS IMPORTANTES NO CONSUMO DE BOLO.....	82
FIGURA 23 – QUANTIDADE DE CONSUMIDORES QUE APRESENTAM ALGUMA ALERGIA ALIMENTAR.....	83
FIGURA 24 – QUANTIDADE DE CONSUMIDORES QUE SÃO FAVORÁVEIS AOS PRODUTOS SEM GLÚTEN.....	83
FIGURA 25 – CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS NA ESCALA DO IDEAL.....	84
FIGURA 26 – INTENÇÃO DE COMPRA DAS AMOSTRAS.....	85
FIGURA 27 – DISPERSÃO DAS AMOSTRAS DE MISTURA PARA BOLO EM RELAÇÃO À ACEITAÇÃO DOS CONSUMIDORES.....	87
FIGURA 28 - POSIÇÃO DOS CONSUMIDORES NO ESPAÇO DEFINIDO PELA PRIMEIRA E SEGUNDA DIMENSÃO.....	87
FIGURA 29 - DENDROGRAMA DOS CONSUMIDORES (n=102).....	88
FIGURA 30 – POSIÇÃO DO SEGMENTO DE CONSUMIDORES E DAS AMOSTRAS.....	89
FIGURA 31 – POSIÇÃO DO SEGMENTO DE CONSUMIDORES.....	89

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PROPORÇÃO DAS FARINHAS PARA O PREPARO DAS MESCLAS.....	47
TABELA 2 - COMPOSIÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA PRÉ-MISTURA DESTINADA AO BOLO SEM GLÚTEN PREPARADO COM AS PROPORÇÕES DE FARINHA DE ARROZ E FARINHA DE PINHÃO.....	50
TABELA 3 - COMPONENTES FIXOS PARA A QUANTIDADE DE 450g DE PRÉ-MISTURA PARA BOLO.....	50
TABELA 4 – CODIFICAÇÃO FORNECIDA PELO EXPERIMENTO DE MISTURA PARA ORIENTAR O MODELO SIMPLEX CENTROID.....	60
TABELA 5 - PARÂMETROS DE VISCOSIDADE DA FARINHA DE PINHÃO EM COMPARAÇÃO COM FARINHA DE ARROZ BRANCO COMUM E FARINHA DE ARROZ INTEGRAL PRÉ-GELATINIZADA.....	62
TABELA 6 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DE PINHÃO COMPARADA COM OUTRAS FARINHAS.....	63
TABELA 7 – EQUAÇÕES OBTIDAS NAS ANÁLISES DE VISCOSIDADE APLICADAS NAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO.....	64
TABELA 8 – PARÂMETROS REOLÓGICOS DE VISCOSIDADE VERIFICADOS PARA AS MESCLAS COM FARINHA DE PINHÃO E FARINHA DE ARROZ.....	66
TABELA 9 – EQUAÇÕES OBTIDAS NAS ANÁLISES AMIDO DANIFICADO, GRANULOMETRIA E COR, APLICADAS NAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO.....	68
TABELA 10 – PARÂMETROS REOLÓGICOS DE AMIDO DANIFICADO, GRANULOMETRIA E COR VERIFICADOS PARA AS MESCLAS COM FARINHA DE PINHÃO E FARINHA DE ARROZ.....	69

TABELA 11 – EQUAÇÕES OBTIDAS NAS ANÁLISES CENTESIMAIS APLICADAS NAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO.....	71
TABELA 12 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS MESCLAS PREPARADAS COM FARINHA DE ARROZ E FARINHA DE PINHÃO.....	73
TABELA 13 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE FARINHA INTEGRAL DE ARROZ, FARINHA DE AVEIA E FARINHA DE TRIGO.....	74
TABELA 14 – EQUAÇÕES OBTIDAS NAS ANÁLISES DE VOLUME ESPECÍFICO DOS BOLOS PRODUZIDOS PELAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO.....	75
TABELA 15 - VOLUME ESPECÍFICO DOS BOLOS PRODUZIDOS PELAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO.....	75
TABELA 16 – EQUAÇÕES OBTIDAS NAS ANÁLISES DE TEXTURA DOS BOLOS PRODUZIDOS PELAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO.....	76
TABELA 17 – FIRMEZA E ELASTICIDADE DOS BOLOS PRODUZIDOS PELAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO.....	77
TABELA 18 – EQUAÇÕES OBTIDAS NAS ANÁLISES CENTESIMAIS DOS BOLOS PRODUZIDOS PELAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO.....	79
TABELA 19 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS BOLOS PREPARADOS COM AS MESCLAS ENTRE FARINHA DE ARROZ E FARINHA DE PINHÃO.....	79
TABELA 20 – PROPORÇÕES ENTRE AS FARINHAS DE ARROZ E PINHÃO E RESPECTIVOS CÓDIGOS DESIGNADOS ÀS AMOSTRAS DE PRODUTO PRONTO.....	84

TABELA 21 - MÉDIAS DA ACEITAÇÃO DE BOLOS ELABORADOS COM FARINHA DE ARROZ E DE PINHÃO EM DIFERENTES PROPORÇÕES, POR SEGMENTO DE CONSUMIDORES.....	90
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 OBJETIVO.....	21
2.1 OBJETIVO GERAL.....	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	22
3.1 <i>Araucaria angustifolia</i>	22
3.2 PINHÃO.....	23
3.2.1 Composição do pinhão.....	25
3.3 GLÚTEN.....	27
3.4 DOENÇA CELÍACA.....	28
3.5 CONSUMIDORES CELÍACOS.....	29
3.6 DIETA CELÍACA	30
3.7 PRÉ-MISTURA PARA BOLOS.....	30
3.8 INGREDIENTES UTILIZADOS EM PRÉ-MISTURA PARA BOLO SEM GLÚTEN.....	31
3.9 REOLOGIA.....	42
3.10 ANÁLISE SENSORIAL.....	43
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	45
4.1 OBTENÇÃO DAS FARINHAS.....	45
4.1.1 Farinha de Pinhão: Caracterização da amostra.....	46
4.2 PREPARO DAS MESCLAS.....	47
4.3 CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA DAS MESCLAS.....	47
4.3.1 Viscosidade por RVA.....	47
4.3.2 Amido Danificado.....	48
4.3.3 Granulometria	48
4.3.4 Cor	48
4.4 PREPARO DOS BOLOS.....	49
4.5 ANÁLISES TECNOLÓGICAS DO PRODUTO FINAL – BOLOS PRONTOS.....	55
4.5.1 Volume Específico.....	57
4.5.2 Textura.....	57

4.6 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS FARINHAS E DOS BOLOS.....	57
4.7 ANÁLISE SENSORIAL.....	58
4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	59
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
5.1 FARINHA DE PINHÃO: CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	62
5.2 MESCLAS: ANÁLISE REOLÓGICA.....	64
5.3 MESCLAS: COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	71
5.4 PRODUTO FINAL: ANÁLISES TECNOLÓGICAS.....	74
5.5 PRODUTO FINAL: COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	78
5.6 ANÁLISE SENSORIAL.....	81
6 CONCLUSÃO.....	91
REFERÊNCIAS.....	92

1 INTRODUÇÃO

A Araucária (*Araucaria angustifolia*) é também conhecida como Pinheiro do Paraná e trata-se de uma espécie encontrada em agrupamentos densos. Está, principalmente, localizada na parte leste central do planalto meridional do Brasil, região que abrange os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Também está presente em pequenas proporções no sul do Estado de São Paulo e na Serra da Mantiqueira, estendendo-se até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Embora o sul do país apresente participação cultural da *Araucaria angustifolia* e consequente valorização regional, sua cadeia produtiva não é consolidada. A proposta de aumentar o hábito de consumo de sua semente é uma alternativa à preservação da Araucária, fortemente ameaçada de extinção.

A semente de *Araucaria angustifolia*, o pinhão, é um alimento de alto valor nutritivo, sendo apreciado tanto pela fauna silvestre quanto pelo homem. No entanto, por não existir uma cultura industrial sobre esse produto, não há diversidade de registros sobre a sua aplicação na culinária brasileira. É usualmente consumido na forma assada ou cozida, apesar disso, há um crescente desenvolvimento de novos produtos envolvendo a sua aplicação. O pinhão é parte da cultura do sul do país, onde participa como tema de diferentes eventos, porém, sua nítida importância histórico-cultural na região sul tem pouca atenção em termos de pesquisa.

O pinhão é um produto composto por grande porção de amido resistente, carboidrato com características semelhantes às fibras alimentares. Dessa forma, essa semente apresenta baixo índice glicêmico, fato que relaciona o seu consumo à redução de doenças tais como diabetes do tipo 2. Outro atributo que pode ser considerado é a composição da casca, rica em compostos fenólicos e minerais, os quais, durante tratamento térmico, são absorvidos pela semente. A semente da *Araucaria angustifolia* é composta por 64% de amido, 15% de fibras, em torno de 2,5% de lipídios e entre 9,6 a 10,6% de proteínas. Além disso, a semente detém a presença dos minerais cobre e magnésio e não contém glúten, permitindo o desenvolvimento de produtos com esse apelo. Uma alternativa para utilizar o pinhão como matéria-prima, é gerar produtos isentos de glúten a partir de farinha de pinhão, cuja composição demonstra considerável teor de amido resistente e valor nutricional. A aplicação desta farinha permite o aproveitamento da semente, raramente

empregada em processos industriais, além de utilizar o apelo cultural e promover o cuidado e valorização na conservação da *Araucaria angustifolia*. Portanto, a utilização do pinhão na escala industrial é uma alternativa para atender a crescente exigência do consumidor por produtos com características benéficas à saúde, bem como, alimentos com qualidade nutricional e sensorial.

O glúten é uma proteína formada a partir de constituintes presentes em alguns cereais mediante hidratação e ação mecânica. Desse modo, o glúten é também o principal componente estrutural de massas contendo farinha de trigo ou cereais compostas por essa proteína, que contribui com os parâmetros de elasticidade das massas e características de suporte em produtos finais. A remoção deste constituinte, normalmente, ocasiona diversos problemas para a panificação, visto que existem no mercado diferentes ofertas de produtos isentos de glúten que demonstram baixo nível em termos de propriedades sensoriais e atributos estruturais. O glúten é o responsável pela doença celíaca, sendo altamente prejudicial quando ingerido pelos portadores dessa enfermidade.

A ingestão de cereais que apresentam glúten prejudica especificamente o intestino delgado de pessoas portadoras da doença celíaca (DC). Essa enfermidade é caracterizada pela inflamação crônica do sistema digestivo em indivíduos geneticamente predispostos e destaca-se pela má absorção de nutrientes com consequente deficiência de imunidade do organismo, uma vez que o tratamento se restringe à exclusão total de glúten da dieta. A DC pode ser resultante de distintas disposições relacionadas com predisposição genética e fatores ambientais. O estímulo voluntário para seguir corretamente a dieta de celíacos é um dos maiores desafios para o tratamento da doença.

A Federação Internacional das Sociedades de Gastroenterologia Pediátrica, Hepatologia e Nutrição reforça a necessidade de pesquisa para o desenvolvimento de novos produtos isentos de glúten, uma vez que esse segmento demanda cuidados com a segurança, saúde e qualidade de vida das pessoas portadoras da doença celíaca. No entanto, a remoção desta proteína da dieta é considerada como um dos maiores desafios da ciência e tecnologia. Observa-se que normalmente o foco está em produtos que exigem pouca tecnologia, com baixo valor nutricional e sem preocupação com a qualidade sensorial. Dessa forma, o público celíaco enfrenta, além do alto custo inerente aos produtos diferenciados, a baixa disponibilidade de alternativas para consumo e opções pobres em termos organolépticos. Em todo

caso, há um interesse crescente do meio científico sobre esse tema, pois este desafio tecnológico e a incerteza da quantidade real de pessoas celíacas colabora com o desenvolvimento de produtos capazes de atender essa necessidade.

De acordo com pesquisas realizadas por um grupo canadense, 85% do público celíaco classifica a dificuldade de encontrar alimentos com boa qualidade sensorial como um dos maiores obstáculos na dieta livre de glúten. Outra característica apontada pelo estudo, indica que 40% dos portadores da DC reclama da pouca disponibilidade de opções no mercado para esse segmento. As dificuldades observadas na alimentação isenta de glúten prejudicam de forma significativa a adesão ao tratamento de celíacos, afetando diretamente na qualidade de vida dos indivíduos portadores da doença.

O emprego de farinhas refinadas ou amidos é comum na formulação de produtos sem glúten. Entretanto, essas matérias-primas de substituição são, normalmente, de baixo valor nutricional quanto ao conteúdo proteico, de fibras alimentares, de lipídios, dentre outros componentes. Dessa forma, observa-se que a manutenção da saúde no público celíaco torna-se deficiente, especialmente, na ingestão de fibras e micronutrientes essenciais.

Para a preparação de produtos sem glúten indica-se principalmente a farinha proveniente de arroz, pois esse cereal é hipoalergênico, incolor e possui sabor natural agradável. A farinha de arroz apresenta níveis baixos de proteína, sódio, gordura e alto teor de carboidratos de fácil digestão e é compatível na substituição de farinha de trigo em produtos panificáveis. Além disso, por ser um coproduto, o beneficiamento do arroz que resulta em farinha promove redução de custo e aproveitamento da matéria prima.

Farinhas com alto teor de amido, caracterizadas como fracas, são usualmente utilizadas em misturas prontas destinadas aos bolos. Dessa forma, nesse nicho de produtos permite-se a inserção de outras farinhas de cunho amiláceo, cuja função é equilibrar as formulações e originar bolos diversificados em relação ao padrão de qualidade.

No Brasil, o consumo e a comercialização de bolo estão adquirindo crescente importância entre os produtos de panificação. A produção da indústria, de pequena para grande escala, possibilitou essa mudança devido ao desenvolvimento tecnológico. O bolo convencional trata-se, basicamente, de um produto resultante da mistura e cozimento de massa preparada com farinhas, fermentadas ou não, com

aplicação de ingredientes alimentícios, tais como leite, ovos e gordura. Embora não seja caracterizado como um produto básico como o pão, o bolo é amplamente aceito por consumidores de diferentes públicos. Além disso, os bolos industrializados estão ganhando espaço por meio da oferta de produtos mais elaborados, com aplicação de recheios e diferentes ingredientes agregados aos alimentos com tempo de vida de prateleira prolongado. Visto a tendência de ampliação do mercado de bolos prontos, as empresas de panificação, que trabalham com pães e biscoitos, ingressaram nesse comércio a fim de diversificar sua linha de produtos. Para suprir novas necessidades, o atual mercado das panificadoras e confeitarias apresenta condições tecnológicas propícias ao processamento de pré-misturas prontas.

Na década de 60, a elaboração de farinhas mistas objetivava reduzir as importações de farinha de trigo por meio de sua substituição parcial. A partir desse momento, foram realizados estudos sobre o desenvolvimento de produtos diversificados, bem como, a respeito da melhoria na qualidade nutricional de produtos alimentícios, ao aplicar farinhas mistas. Contudo, ao utilizar diferentes farinhas para compor um alimento, alguns fatores devem ser considerados para que seja possível reduzir ao máximo os efeitos da substituição. Os produtos provenientes de farinhas mistas devem apresentar cor aceitável, sabor agradável e boa textura.

O desenvolvimento de pré- misturas prontas destinadas a diferentes produtos, oferece vantagens ao comércio em panificadoras e confeitarias, tais como o menor volume no estoque, a flexibilidade dos produtos, entre outras. Além disso, diante do interesse do mercado por produtos associados a públicos específicos, há uma nova preocupação com a saúde, fato que pode ser visualizado pelas atuais divulgações das doenças alimentares. Um exemplo é a pré-mistura sem glúten para bolos, cujo desenvolvimento tem se tornado objeto de estudo. Apesar da necessidade doméstica para seguir uma dieta isenta de glúten, são poucos os produtos prontos que podem ser encontrados para esse público. Dessa forma, nota-se que o preparo de pré-misturas prontas pode ser uma alternativa vantajosa diante da carência desse mercado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente estudo objetivou avaliar a aplicação da farinha de pinhão em diferentes proporções na formulação de pré-mistura, a base de farinha de arroz, para o preparo de bolo destinado aos portadores da doença celíaca.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar as propriedades físico-químicas e reológicas das mesclas entre farinha de pinhão e farinha de arroz;
- Caracterizar as propriedades físico-químicas e reológicas da farinha de pinhão;
- Desenvolver bolos a partir das pré-misturas produzidas com as mesclas entre farinha de arroz e farinha de pinhão;
- Avaliar os parâmetros estruturais de cada bolo produzido com as pré-misturas desenvolvidas no estudo;
- Caracterizar a composição físico-química os produtos resultantes;
- Identificar em termos sensoriais a aceitação e intenção de compra dos produtos finais, desenvolvidos com as diferentes pré-misturas.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 *Araucaria angustifolia*

A *Araucaria angustifolia* é uma árvore com altura entre 30 e 50 m que apresenta copa em formato de cálice, apresenta tronco reto e quase cilíndrico com diâmetro de aproximadamente 50 cm, conforme FIGURA 1. Seu melhor desenvolvimento é a partir dos 30 anos de idade e em média, o tempo de vida da Araucária é entre 200 e 300 anos (BRDE, 2005). A *Araucaria angustifolia* é uma planta dióica, ou seja, possui árvores masculinas e femininas separadas. Ao atingirem a idade reprodutiva, os estróbilos femininos começam a se desenvolver até formarem as pinhas, enquanto que os masculinos originam os pendões (ou mingotes), que liberam o pólen. A polinização é realizada por meio do vento e ocorre entre os meses de agosto e dezembro. A primeira flora pode ocorrer antes dos 20 anos de idade nas populações naturais e antes dos 15 anos quando cultivadas isoladamente, contudo, a pinha amadurece apenas dois anos após a polinização. A árvore feminina é capaz de produzir em média de 80 pinhas por ano, sendo que cada pinha pesa entre 0,61 kg e 4,1 kg e fornece aproximadamente 90 pinhões (BRDE, 2005).



FIGURA 1 – *Araucaria angustifolia*

FONTE: SISTEMA FAEP – FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ

Conhecida também como floresta de pinheiros, pinhais ou mata de Araucária, a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, trata-se de uma espécie encontrada na América do Sul. Está inserida no domínio da Mata Atlântica e denominada como Floresta Ombrófila Mista devido ao encontro das floras Temperada Austro-brasileira e Tropical Afro-brasileira. Produz sementes, chamadas pinhões, cuja casca apresenta cor marrom avermelhada e polpa em tons de bege, sendo esta a parte comestível e de aspecto duro quando crua. Para consumo necessita de processos térmicos que permita o abrandamento de sua textura. Normalmente, a *Araucaria angustifolia* se desenvolve em locais de grandes altitudes, entre 500 e 1500 m, com temperatura anual média entre 11,5 e 21°C. Na América do Sul, apenas duas espécies do gênero Araucária são encontradas, sendo estas a *Araucaria angustifolia* no Brasil, Argentina e Paraguai, e a *Araucaria araucana* (Mol.) C. Koch que está presente nas regiões do Chile e partes da Argentina (KOCH E CORREIA, 2002).

De acordo com Leite e Klein (1990), grandes matrizes da Floresta Ombrófila Mista ou floresta formadas por *Araucaria angustifolia*, foram reduzidas, ou seja, não houve renovação natural da mata. Dessa forma, restaram apenas os indivíduos inferiores, remanescentes com dimensões menores, isoladas e com alterações estruturais.

3.2 PINHÃO

O pinhão, semente da *Araucaria angustifolia*, ilustrado pela FIGURA 2, é considerado como um produto rico em nutrientes (amido, proteínas, fibras alimentares e minerais) e com histórico tradicional de consumo regional no sul do Brasil. Contudo, há poucas referências sobre a produção, bem como comercialização dessa semente. Além disso, não existe ampla diversidade de pesquisa, apesar da importância desse produto como fonte alternativa de renda, uma vez que envolveria ampla cadeia produtiva (SILVA, 2006).



FIGURA 2 – SEMENTE DA *Araucaria angustifolia* - PINHÃO
FONTE: INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP

De acordo com o Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul - BRDE (2005), os pinhões são caracterizados como sazonais, produzidos entre os meses de fevereiro a setembro, com pico de comercialização normalmente nos meses de junho e julho. Devido à época de consumo das sementes, estas estão bastante presentes em festas típicas da região Sul do Brasil, fato que promove alterações de preço no produto. A comercialização do pinhão, em muitos casos, é fundamental para a renda familiar durante o inverno, sendo, portanto, uma forma de sobrevivência de moradores do interior nos estados do Sul do país. Usualmente, o pinhão é consumido na forma assada ou cozida, porém, há o desenvolvimento culinário de diferentes iguarias com a utilização da semente, conforme consta no livro desenvolvido por De Godoy, Rossana Cb et al. (2013). Santos et al. (2002) observa que a comercialização do pinhão se torna restrita entre os meses de abril a julho devido à sua sazonalidade associada ao seu caráter perecível.

O IBAMA, por meio da Portaria n 059/2014, autoriza a coleta, o transporte e a comercialização do pinhão apenas a partir do mês de abril, diferindo o dia conforme o estado. A liberação de comércio da semente objetiva proteger e preservar a espécie. A coleta é finalizada conforme determinação dos próprios coletores, os quais cessam a colheita no momento que não há mais grande volume das sementes (IAP, 2014).

Com a finalidade de obter produtos estáveis provenientes de sementes, emprega-se o processo de produção de farinhas. Nesse contexto, a obtenção de farinha a partir de pinhão visa ampliar o consumo do mesmo, por meio do endosperma da semente, uma vez que esta apresenta alto teor de amido. A farinha proveniente do pinhão pode ser utilizada no desenvolvimento de produtos novos no mercado, gerando valor agregado à semente e consequente benefício aos pequenos agricultores envolvidos nessa produção. Além disso, a farinha de pinhão possibilita o consumo da semente em diferentes formas, sendo, portanto, uma alternativa de ampliar a ingestão desse alimento nutritivo e energético (SILVA, 2006).

3.2.1 Composição do pinhão

As sementes da *Araucaria angustifolia* apresentam coloração marrom avermelhada em sua casca e em sua polpa, ou seja, a parte comestível, é rica em amido, e consideráveis teores de proteínas, minerais e fibras alimentares, cujos valores podem ser variáveis conforme o estágio de desenvolvimento em que se encontra a semente (Fernandez, 2003). De acordo com Borda e Stehmann (2007), o pinhão é formado pelo óvulo maduro, o qual contém um embrião. O óvulo é envolvido por uma folha modificada (bráctea), constituída pelo tegumento (casca) com um micrópilo (pequena abertura).

Conforme Cordenusi *et al.* (2004), o pinhão, além de apresentar consumo entre os países da América do Sul, também é considerado um produto com alto teor de amido (36,28%), contudo, o índice glicêmico na semente é baixo. Essa identificação ocorre, possivelmente, pela quantificação de amido resistente no produto, em torno de 9% do total de amido. Estudos demonstram que o amido presente na semente de *Araucaria angustifolia* apresenta coloração mais escura do que os amidos de milho e trigo. Isso pode ser justificado pela presença de fosfatos e fenóis, além da oxidação do ácido fenólico.

Embora o amido seja considerado como a principal fonte de reserva das sementes da *Araucaria angustifolia*, as proteínas e lipídios também são importantes. Estudos realizados por Fernandez (2003) mostram que o acúmulo de proteínas, lipídios e amido ocorrem ao desidratar a semente nas etapas finais de sua

maturação, outros fatores que também podem contribuir são a composição do solo e clima.

Conforme Bobbio, El-Dash e Toledo (1985) e Cereda e Wosiacki (1978), a quantificação de amido da semente proveniente da *Araucaria angustifolia* demonstra teor de amilose de aproximadamente 25%. Em média, pode-se dizer que o grão de trigo apresenta 33% de amilose em sua composição de amido, onde o teor de amilose identificado na porção de amido presente no trigo mole é em torno de 2,0 a 2,5% inferior a quantificação detectada na parcela de amido do trigo durum, e 1,0 a 1,5% menor do que o teor identificado em trigo duro (Seib, 1994). Além disso, existem determinados amidos que são essencialmente compostos por amilopectina, sendo estes denominados como cerosos (RIBEIRO E SERAVALLI, 2007).

Outra observação na caracterização do amido de pinhão é a resistência do gel formado pelo aquecimento dos grãos de amido, que se mostra pouco suscetível à degradação (SEIB, 1994).

A definição de amido resistente, de acordo com a RDC nº 40 (2001), é dada como: amido e produtos da hidrólise do amido que não são absorvidos no intestino delgado. Diante do exposto é possível relacionar o amido resistente como sendo uma fibra dietética (ANVISA, 2001).

Em termos nutricionais, o amido pode ser classificado como glicêmico ou resistente. A diferença entre as definições é, basicamente, a forma de digestão. O amido glicêmico é rapidamente consumido, ou seja, é facilmente hidrolisado à glicose por meio de enzimas no trato digestivo. Por outro lado, o amido resistente é capaz de passar pelo intestino delgado, sendo fermentado apenas no intestino grosso via microflora bacteriana (Yue e Waring, 1998). Reforçando essa teoria, Champ e Faisant (1996) definem como amido resistente a fração que não fornece glicose ao organismo, mas que é fermentada no intestino grosso, produzindo gases e ácidos graxos de cadeia curta. Essa função assemelha-se a fibra alimentar e, portanto, o amido resistente tem sido relacionado aos efeitos benéficos provenientes da fibra no organismo.

3.3 GLÚTEN

As proteínas que compõem a farinha de trigo são determinadas como solúveis e insolúveis, representando 15% e 85% de proteínas totais, respectivamente. A fração solúvel é formada pelas albuminas e globulinas, enquanto que a parte insolúvel é constituída pelas gliadinas e gluteninas, responsáveis pela formação do glúten. As proteínas formadoras do glúten formam uma massa visco-elástica quando a farinha é submetida à hidratação e ação mecânica. Quando desenvolvida por fermentação, essa massa é estruturada pelo glúten, o qual possibilita a formação de uma rede uniforme capaz de reter os gases produzidos durante o processo (PEREIRA, 2002).

O processo de formação da rede de glúten, segundo Gallagher, Gormlley e Arendt (2004), ocorre por meio da afinidade entre os grupos polares das proteínas com a água que é adicionada à farinha. Com isso, durante o amassamento as ligações permitem a formação da rede de glúten. As ligações que sustentam a rede são os grupos –SH provenientes dos aminoácidos sulfurados das proteínas glutenina e gliadina. Contudo, outra teoria aceita relata que as ligações se quebram e se refazem durante o processo de mistura até que se atinja o maior desenvolvimento do glúten.

Borges *et al.* (2006), relata que as proteínas formadoras do glúten absorvem considerável quantidade de água durante o processo de amassamento. Essa interação da água com as proteínas promove, além da formação da rede de glúten, o desenvolvimento de um sistema coloidal complexo, que envolve a presença de lipídios, amidos, açúcares, minerais, demais proteínas, entre outros. Essa composição na massa é responsável pelo caráter viscoelástico da mesma.

Conforme Pereira (2002), os principais atributos da massa formada com a presença de glúten são a elasticidade, propriedade de extensão pela ação de uma firmeza aplicada na massa, e retorno ao seu estado original ao cessar essa ação de firmeza; e a extensibilidade, propriedade da massa estender-se sem recuperar o seu estado original. Portanto, as proteínas responsáveis pela formação de glúten podem ser divididas entre essas características, onde a gliadina apresenta alta extensibilidade e baixa elasticidade, enquanto que a glutenina tem baixa extensibilidade e alta elasticidade, a caracterização da rede de glúten formada será

conforme a interação entre ambas, como ilustra a FIGURA 3. Para obter um produto panificável de qualidade adequada, deve existir o equilíbrio entre os parâmetros de elasticidade e extensibilidade na massa.

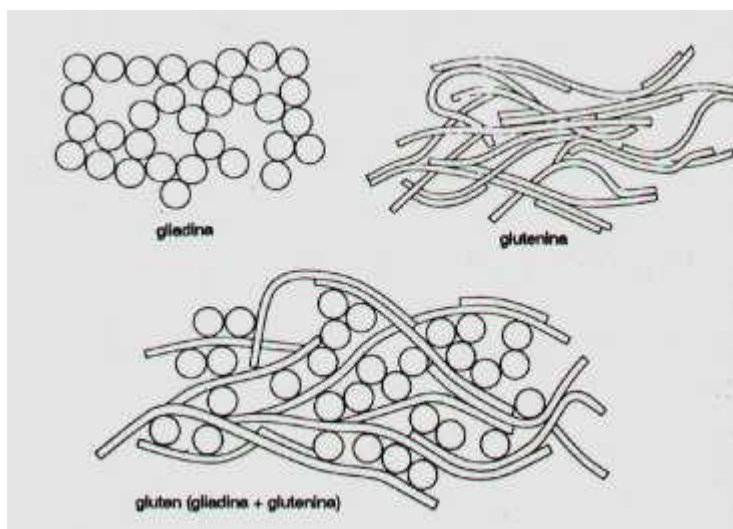


FIGURA 3 – PROTEÍNAS FORMADORAS DA REDE DE GLÚTEN
 FONTE: QUAGLIA, G. CIÊNCIA Y TECNOLOGÍA DE LA PANIFICACIÓN (1991)

3.4 DOENÇA CELÍACA

A definição da doença celíaca (DC), inicialmente chamada de “afecção celíaca”, descoberta em 1888 por Samuel Gee, listou sintomas de indigestão crônica encontrada em pessoas de todas as idades, principalmente em crianças entre 1 a 5 anos de idade, conforme Auricchio (1996). Contudo, a correlação entre determinados cereais e seus efeitos negativos surgiu durante a Segunda Guerra Mundial, onde o pediatra holandês Dicke identificou que o racionamento de trigo diminuía a ocorrência da afecção celíaca e, assim que a Holanda recebeu pães, as crianças celíacas voltaram imediatamente a apresentar os sintomas da doença, fato que confirmou a relação do trigo com a enfermidade (Berge-Henegouwen e Mulder, 1993). Após a descoberta através da biopsia do intestino delgado, ficou comprovada a existência de características histopatológicas na mucosa intestinal (FIGURA 4) de portadores da DC e a associação da mesma com a intolerância permanente ao glúten (SDEPANIAN, MORAIS E FAGUNDES-NETO, 1999).

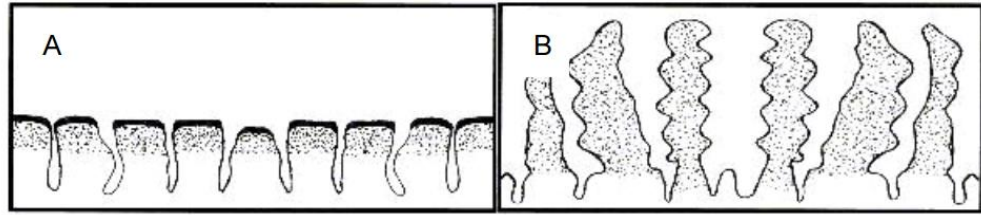


FIGURA 4 – ALTERAÇÕES DAS MICROVILOSIDADES DO INTESTINO DELGADO EM INDIVÍDUOS PORTADORES DA DC (A) E NÃO PORTADORES DA DC (B)
 FONTE: ACELBRA – ASSOCIAÇÃO DE CELÍACOS NO BRASIL (2010).

3.5 CONSUMIDORES CELÍACOS

De acordo com pesquisas realizadas pela Food Navigator EUA (2011), a população mundial é composta por 1% de celíacos, esse valor representa 69 milhões de habitantes. No Brasil, conforme estudos da UNIFESP baseados em informações da ACELBRA (2016), existe 1 indivíduo celíaco para cada 214 habitantes.

Em relação ao consumo de produtos específicos ao público portador da doença, Braz e Botelho (2010) observam que os alimentos não atendem adequadamente às expectativas dos consumidores, uma vez que é restrita a oferta de alimentos sensorialmente desejados, além de relatos sobre poucas opções disponíveis e alto custo das existentes.

Zarcadas e Case (2005) realizaram uma pesquisa com 2.681 adultos celíacos, os quais indicaram os pontos de maior dificuldade para seguir a dieta exigida pela doença. Os resultados demonstraram que 85% dos entrevistados tem dificuldade para encontrar produtos isentos de glúten no mercado. As demais características apontadas giraram em torno de dificuldade financeira, orientação de preparo do alimento, credibilidade do produto e hábitos de consumo enraizados. A avaliação demonstra fatores relevantes capazes de causar a consequente transgressão da enfermidade ao não cumprimento da dieta isenta de glúten.

3.6 DIETA CELÍACA

A isenção de glúten na alimentação caracteriza a dieta celíaca e tem o propósito de manter a saúde dos indivíduos portadores dessa doença. Para efetivar essa dieta, excluem-se todos as proteínas de reserva presentes no trigo, centeio, cevada e de híbridos desses cereais, como o triticale. Dessa forma, a mucosa intestinal do celíaco pode se recuperar e melhorar as condições fisiológicas do paciente sujeito à dieta. A ingestão de produtos isentos de glúten, para a manutenção da saúde, deve ser permanente nos indivíduos portadores da doença, uma vez que a insistência no consumo de glúten pode causar linfomas e outros tipos de câncer, relata Arendt *et al.* (2008). A negligência no controle da ingestão de alimentos é especialmente observada no período da adolescência (Sdepanian, Moraes e Fagundes-Neto, 1999). Contudo, observa-se que quanto maior o esclarecimento sobre a doença, maior é a obediência à dieta. Portanto, nota-se a importância das informações fornecidas pelos especialistas da área, bem como das associações de celíacos, onde a busca pela propagação de conhecimentos sobre o tema visa elevar o número de pacientes que obtém sucesso no tratamento (SDEPANIAN, MORAIS E FAGUNDES-NETO, 2001).

Conforme Rodrigues (2007), o controle dessa patologia é fundamentado na dieta sem glúten, cuja função abrange o tratamento de sintomas gastrointestinais, regularização das deficiências nutricionais e consequente crescimento e desenvolvimento, especialmente das crianças.

3.7 PRÉ-MISTURA PARA BOLOS

Conforme consta na RDC nº 273 de 2005, define-se Misturas como produtos obtidos pela mescla entre ingredientes destinados ao preparo de alimentos pelo consumidor, com a adição de outro (s) ingrediente (s). Podem requerer aquecimento ou cozimento. O produto resultante após o preparo, de acordo com as instruções do fabricante, deve ser aquele mencionado na designação da Mistura (ANVISA, 2005).

Na literatura, são citados dois tipos de misturas, as não-interativas, também chamadas de aleatórias e as interativas, que podem ser denominadas como ordenadas. As misturas não-interativas/aleatórias apresentam fluxo livre, podendo ser compostas por pó ou grãos, cujos tamanhos das partículas são uniformes, enquanto que a mistura interativa/ordenada é aquela composta por partículas grandes de superfície ativa, ou seja, com potencial atrativo (ONWULATA, 2005).

Nas formulações em pó destinadas ao preparo de bolos, estima-se um desempenho adequado em cada porção desenvolvida. Para atingir os parâmetros estimados as proporções dos ingredientes devem ser ajustados de forma que não haja falha na homogeneização (ONWULATA, 2005).

3.8 INGREDIENTES UTILIZADOS EM PRÉ-MISTURA PARA BOLO SEM GLÚTEN

3.8.1 Farinha sem glúten

Conforme Borges *et al.* (2006), as farinhas sucedâneas devem apresentar propriedades capazes de reduzir ao máximo os efeitos negativos da substituição, para que não haja diferenças tecnológicas e sensoriais na obtenção dos novos alimentos. Além disso, o produto desenvolvido deve ser economicamente viável diante da utilização dos consumidores.

Para o preparo de misturas entre farinhas isentas de glúten, utiliza-se, usualmente, a farinha de arroz, pois esta, apesar de conferir textura arenosa, apresenta sabor pouco pronunciado e, portanto, não implica a necessidade de aditivação. Alguns estudos demonstram que a mistura entre farinhas de arroz e de milho com adição de goma xantana, é bastante eficaz para a elaboração de bolos sem glúten com características sensorialmente aceitáveis (TURABI, *et al.* 2010).

3.8.2 Farinha de Arroz

Uma das culturas mais difundidas no mundo, o arroz (*Oryza sativa L.*), é uma componente base na dieta da população, abrange em torno de 50% da alimentação mundial, principalmente em países asiáticos. A Coreia apresenta aumento contínuo da produção de arroz, contudo, apesar da grande produção, atualmente ocorre diminuição no seu consumo. Diante desta informação de ingestão do arroz, a Coreia incentiva a industrialização do produto para difundi-lo mundialmente (KIM e SHIN, 2014).

O arroz é um produto amplamente utilizado para o desenvolvimento de alimentos sem glúten devido às suas propriedades como baixa tendência à alergia e ausência de gliadina. Além disso, a farinha de arroz oferece atributos de sabor e cor leves, facilidade de digestão e teores baixos de gordura e sódio (GUJRAL e ROSELL, 2004).

De acordo com Kadan *et al.* (2001), há um grande volume de subprodutos resultantes na indústria de beneficiamento de arroz. Esses subprodutos são, normalmente, identificados no processo de seleção dos grãos e tratam-se de grãos quebrados. Diante dessa quantidade de matéria-prima imprópria para comercialização em grão, identificou-se a possibilidade de transformação do subproduto em farinha, processo que gera lucro, uma vez que pode atuar com preços competitivos e agregar valor a um produto que apresenta características de fácil digestão, cor e sabor agradáveis. Com isso, a farinha de arroz tornou-se um produto atrativo no mercado.

3.8.3 Amido

De acordo com Ribeiro e Seravalli (2007), o amido é considerado como a fonte de reserva mais importante dos vegetais, sendo encontrado nos plastídios de vegetais superiores. Está presente também em raízes, sementes e tubérculos. O amido pode ser originário de diferentes fontes, tais como milho, arroz, batata, mandioca, feijão, trigo, entre outras. As propriedades do amido são variáveis de

acordo com a sua matriz, sendo, portanto, utilizado com diferentes finalidades: nutricional, tecnológica, funcional, sensorial e estética.

Nas massas de bolos a rede de glúten, quando presente, não proporciona influência significativa. Assim, o amido é o principal responsável na formação da estrutura do produto final (CAUVAIN, 2003).

O amido é estruturado por dois polissacarídeos, a amilose e a amilopectina (FIGURA 5), a proporção entre estas é definida de acordo com o grau de maturação do grão e sua espécie. O teor de amilose corresponde, normalmente, a 25% do total de amido (RIBEIRO E SERAVALLI, 2007).

De acordo com Fennema *et al.* (2010), os polímeros de glicose, amilose e amilopectina, que formam o amido apresentam estruturas e funcionalidades distintas. Assim, a amilose detém de cadeia linear composta por unidades de D-glicose conectadas por ligações $\alpha 1,4$; enquanto que a amilopectina demonstra alto grau de ramificação e é formada por unidades D-glicose ligadas por meio de ligações $\alpha 1,4$ e ligações $\alpha 1,6$ nas ramificações.

As propriedades físico-químicas e funcionais dos grânulos de amido são dependentes da proporção em que as componentes, amilose e amilopetina, se encontram. Os grânulos de amido, por apresentarem caráter semicristalino, demonstram birrefringência, detectada por meio da observação em microscópio óptico sob a luz polarizada. As moléculas de amilopectina, em sua fração linear, formam estruturas helicoidais duplas, que são estabilizadas por ligações de hidrogênio entre os grupamentos hidroxila, esse conjunto origina as regiões cristalinas dos grânulos. As cadeias de amilose, juntamente com as ramificações da amilopectina, compõem a região amorfa do grânulo (SOUZA E ANDRADE, 2000).

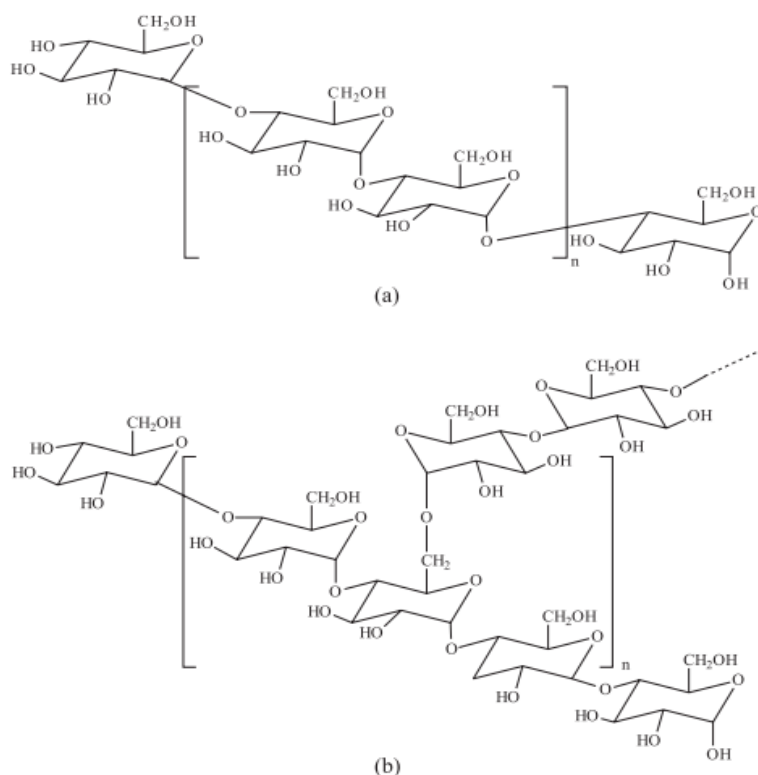


FIGURA 5. ESTRUTURA QUÍMICA DA AMILOSE (a) E AMILOPECTINA (b)

3.8.4 Açúcar

A denominação de “açúcar” normalmente é designada à sacarose, ou seja, um dissacarídeo de ampla utilização. A sacarose, composta pelos monossacarídeos glicose e frutose, é bastante apreciada devido ao seu poder adoçante e consequente sabor agradável, além disso, trata-se de um produto que confere aparência, textura e estabilidade dos produtos de confeitaria. Com isso, em produtos processados que contém elevado teor de sacarose, na ausência da mesma pode demonstrar alterações como retenção de umidade e diminuição na qualidade sensorial do produto (BENASSI *et al.* 2001).

De acordo com Coultate (2004), o açúcar no estado cristalino ao ser aquecido em temperaturas superiores a 100 °C, é possível observar diferentes reações que promovem o desenvolvimento de novos compostos, tais como aromatizantes ou pigmentos escuros, provenientes da Reações de Maillard ou da Caramelização.

Em formulações para bolos, o açúcar pode demonstrar efeito amaciante, pois favorece a retenção de menor quantidade de ar e mais líquidos em produtos destinados à confeitaria e panificação, relata El-Dash e Germani (1994). Griswold (1972) relata ainda que em misturas prontas para bolos, ao aumentar a quantidade de 15% de açúcar, há uma melhora significativa na qualidade geral dos bolos. A aplicação de 30% do dissacarídeo pode caracterizar uma massa mais viscosos resultando em bolos aveludados e com maior volume.

3.8.5 Gordura

Segundo Pirozi (2015), as gorduras são consideradas como componentes químicos compostos por glicerol e ácidos graxos, podendo ser provenientes de vegetais bem como de fontes animais. A principal aplicação das gorduras concentra-se na indústria de panificação e confeitaria. Para as formulações destinadas à produção de bolos, a gordura tem função de conservar o produto frente à rancidez, aquisição de umidade e perda de aromas voláteis, sendo especialmente importante no período de estocagem do produto final. Dessa forma, as gorduras contribuem para a maciez e vida de prateleira dos produtos de confeitaria e panificação (LOURES, 1989).

Além disso, em relação ao desenvolvimento de bolos, a gordura atua na estrutura do produto final, sendo variável conforme a quantidade e tipo de gordura aplicada. O aumento da qualidade dos bolos em relação à maciez e ao sabor podem ser observadas quando o nível de gordura é elevado de 20% para 40%, onde o produto final apresenta granulação fina, uniforme, conferindo textura úmida e sedosa. Porém, ao exceder essa quantidade de gordura, os bolos resultantes apresentam pouco volume e aspecto gorduroso, inadequado sensorialmente (GRISWOLD, 1972).

Normalmente, em misturas para bolos, são utilizadas agentes emulsificantes e surfatantes, compostos responsáveis pela ligação da gordura com as moléculas de água. Para adquirir um produto final com textura e volume adequado é necessário realizar a dispersão da gordura em meio ao batimento da massa, a qual deve incorporar pequenas bolhas de ar durante esse processo, relata TIREKI (2008).

3.8.6 Fermento Químico

De acordo com Medeiros (2005), os fermentos químicos são os agentes responsáveis pelo crescimento dos bolos. Essa atuação ocorre perante a formação de dióxido de carbono e confere estrutura, sabor e volume adequados ao produto final. As propriedades resultantes dependem do vapor formado durante o forneamento e da umidade presente na massa durante à fermentação química, onde um ou mais ácidos reagem com uma fonte de bicarbonato, permitindo a liberação de CO_2 , responsável pela aeração da massa.

Portanto, para cumprir sua função, o fermento químico em pó contém uma fonte de dióxido de carbono e um ácido para reagir com essa fonte, além disso, há a necessidade de um agente inerte, normalmente o amido, que separa a fonte de dióxido do ácido, prevenindo a ação prematura entre os mesmos. Para definir a quantidade de fermento necessário, é preciso determinar o tipo de produto final, características e quantidades dos ingredientes utilizados. Já a escolha do tipo de fermento a ser empregado é dependente do método de mistura e a forma de manipulação da massa. Em bolos, normalmente são utilizadas as quantidades entre 0,25% e 5% de fermento sobre o peso de farinha (MORETTO E FETT, 1999).

A classificação dos fermentos químicos varia conforme a sua ação, sendo estas: rápida, que promovem a produção de gás assim que entram em contato com o líquido e exigem trabalho rápido da massa; ação lenta, que completam a reação e liberam o gás perante o aquecimento do forno; e dupla ação, que atuam parcialmente em baixa temperatura e completam a reação em temperaturas elevadas. Em bolos, os fermentos mais empregados são os de dupla ação (EL-DASH E GERMANI, 1994).

Segundo Moretto e Fett (1999), ao exceder a quantidade de fermento químico em uma formulação, ocorre a distensão exagerada das paredes celulares, com possibilidade de rupturas das mesmas, característica que promove granulação e deterioração acelerada do produto final. Além disso, nessas condições, o bolo demonstra miolo escuro, presença de fenda e sabor salgado. Por outro lado, ao aplicar quantidade insuficiente de fermento químico, há a formação de um produto denso, com pouco volume e qualidade sensorial inferior.

3.8.7 Sal

Conforme El-Dash e Germani (1994), o sal é um composto utilizado apenas para realçar o sabor nos alimentos. Dessa forma, ao ser empregado em misturas prontas para bolos, o sal tem função de influenciar no sabor do produto processado.

Calvel (2003) relata que o sal como integrante das misturas prontas para bolos, é aplicado para reforçar as propriedades plásticas da massa. Na área de confeitaria e panificação, o sal, a farinha, a água e o fermento são os elementos fundamentais para estimular o apetite e realçar o sabor dos produtos prontos (EMULZINT, 1985; ARAÚJO, 1994; PIROZI, 2015).

3.8.8 Aditivos

Conforme a Portaria nº 540 da Anvisa (1997), aditivo é qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, mas com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, o processamento, a preparação, o tratamento e a embalagem (ANVISA, 1997).

A ingestão de aditivos é limitada devido à tolerância do corpo humano, sendo assim definiu-se a ingestão diária aceitável (IDA), ou seja, a quantidade, em mg/kg de peso corporal, de aditivo que pode ser ingerido diariamente sem oferecer riscos à saúde humana, conforme informações toxicológicas (FERREIRA E CAMARGO, 1993).

3.8.8.1 Propionato de Cálcio

A condição de armazenamento dos cereais é capaz de determinar a exposição à deterioração microbiana dos mesmos. Produtos de panificação são, em sua maioria, facilmente perecíveis e, portanto, sensíveis às alterações de estocagem e

conservação. A umidade elevada é um dos principais fatores que favorece o desenvolvimento de fungos e bactérias (PEREIRA *et al.* 2002).

Diante das condições implícitas dos produtos de panificação, faz-se necessário a utilização de um aditivo capaz de reduzir esse problema. Para isso, recomenda-se a aplicação do propionato de cálcio, cuja ação antimicrobiana é bastante eficiente perante fungos e bactérias. Apresenta inibição a partir de condições levemente ácidas, com pH entre 5,5 e 6,5. Sua atuação é, basicamente, penetrar nas paredes celulares dos fungos e bactérias e atuar como um inibidor enzimático intracelular, evitando a atividade de enzimas essenciais ao metabolismo de carboidratos. A aplicação desse antimofos deve ser mesclada com a massa para que seja incorporado aos demais ingredientes de forma satisfatória (RAN INDÚSTRIAS QUÍMICAS, 2015).

3.8.8.2 Emulsificantes

O primeiro registro da função emulsificante, utilizada em aplicações de alimentos, foi gema de ovo, cuja atuação foi para dispersar o óleo líquido em uma fase aquosa acidificada. No entanto, devido à curta vida de prateleira dos produtos à base de gema de ovo, deu-se início à aplicação de lecitina derivada de soja para suprir a necessidade emulsificante nos produtos alimentícios (HASENHUETTL, 1997).

As pré-misturas utilizaram monoglicerídeos e diglicerídeos, que são ésteres de ácidos graxos e têm a função de emulsificante em diferentes sistemas.

De acordo com Krog (1997), os monos e diglicerídeos foram descobertos na década de 1930, na indústria de margarina. Atualmente, as principais aplicações são pão, pão de ló, bolos, margarinas, sorvetes e chicletes. Produtos de panificações são os de maior aplicação, abrangendo aproximadamente 60% de todos os monoglicerídeos produzidos são destinados à área de panificação, onde 40% são aplicados em pães e 20% em biscoitos e bolos.

A produção de mono e diglicerídeos é, geralmente, por meio de interesterificação de triglicerídeos com glicerol, que reagem sob temperatura entre 200 – 250 °C em catálise alcalina, resultando em uma mistura de mono, di e

triglicerídeos e uma pequena fração de glicerol que não reagiu. As proporções dos componentes são fixadas com base na distribuição aleatória de radicais de ácidos graxos dos triglicerídeos entre os grupos hidroxila do glicerol. Mono e diglicerídeos comerciais normalmente contêm 45 - 55% de monoglicerídeos, 38 - 45% de diglicerídeos, 8 - 12% de triglicerídeos e 1 - 7% de glicerol livre (FLACK, 1976).

Conforme Krog e Larsson (1968), emulsificantes tem função de conferir textura consistente nos produtos de aplicação, impedindo que a fração lipídica se separe da água. Dessa forma, as principais aplicações dos monos e diglicerídeos nos alimentos são tipicamente em produtos à base de gordura.

A aplicação de mono e diglicerídeos em bolos ocorre por duas principais razões: aeração durante o processo de batimento e diminuição do endurecimento ao longo do tempo. O passo mais importante na produção de bolos, em relação ao emulsificante, é a ativação do mesmo durante a incorporação de ar na massa (WHITEHURST, 2004).

3.8.8.3 Carboximetilcelulose (CMC)

A Carboximetilcelulose (CMC), é um polímero aniônico, composto pelo grupo éter carboximetil em sua cadeia sob a forma de sal de sódio ($-O-CH_2-COO-Na^+$). Trata-se de um produto capaz de atuar como espessante, devido facilidade de hidratação; apresenta comportamento pseudoplástico e é considerado como um hidrocolóide não geleificante (BEMILLER, 2008).

Alguns estudos demonstram que em pães sem glúten, a adição de hidrocolóides tem sido satisfatória. Entretanto, para estimar a eficiência dessa adição, é importante conhecer o tipo de hidrocolóide que está sendo empregado, a quantidade do mesmo e a matéria-prima de aplicação (LAZARIDOU *et al*, 2007; HAGER e ARENDT, 2013).

3.8.8.4 Hidroxipropilmetilcelulose (HPMC)

De acordo com Bemiller (2008), Hager e Arendt (2013), a hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), é um hidrocolóide definido como um éter de celulose, cuja formação conta com o hidroxipropil ligado ao grupo metil, por meio de ligações químicas, na posição β -1,4-D-glucana da cadeia de celulose.

O HPMC é um polímero hidrossolúvel, que apresenta atividade de superfície e propriedades peculiares na hidratação, tornando-o um composto capaz de formar géis, filmes e caracterizar reologia de fluido pseudoplástico.

3.8.9 Essência de Baunilha

A utilização de essência de baunilha em bolo é restrita à caracterização de sabor. No entanto, quando aplicada em excesso, é capaz de atribuir adstringência ao produto final, causando danos sensoriais ao bolo.

3.8.10 Ingredientes complementares às misturas para bolo

As pré-misturas para bolos são, normalmente, acompanhadas pela orientação da adição de outros ingredientes como leite e ovos. De acordo com El-Dash e Germani (1994), a inclusão desses ingredientes tem o propósito de acentuar a coloração, aroma e propriedades de lubrificação, amaciante e nutritivas dos bolos.

3.8.10.1 Leite

O leite é considerado como uma emulsão, usualmente empregado em produtos de confeitaria e panificação. Em relação à sua aplicação em bolos, indica-

se a sua adição durante o processo de batimento com intuito de aprimorar o sabor e a cor do produto final.

O leite pode ser utilizado de diferentes formas: líquido, pó e condensado, sendo considerado nutritivo em todas as aplicações. Em misturas prontas, o leite tem função de destacar os parâmetros sensoriais, principalmente quando destinado à preparação de bolos. Além disso, o leite é um ingrediente que possibilita a valorização de massas através do seu conteúdo rico em proteínas, vitaminas, sais minerais, açúcares e gorduras. A porção de açúcar presente no leite pode favorecer a reação de Maillard, que confere sabor e aroma nos produtos finais (ARAÚJO, 1994).

Conforme El-Dash e Germani (1994), em produtos de confeitaria e panificação, o leite influencia na estrutura além de contribuir na hidratação das massas, quando aplicado na forma líquida. Nos bolos, especificamente, ao adicionar leite desnatado, este confere maior fortalecimento estrutural do produto.

O equilíbrio entre os ingredientes é capaz de definir a qualidade do produto final (Pirozi, 2015), dessa forma, para favorecer a qualidade nutricional e sensorial dos produtos de confeitaria, deve-se atentar para a quantidade de leite que é adicionada às misturas prontas, uma vez que o leite consiste em duas frações: a fração sólida, que conta com compostos gordurosos (gordura) e não gordurosos (proteína, lactose e sais minerais) e água.

3.8.10.2 Ovo *in natura*

A composição do ovo inteiro consiste, basicamente, em 74% de água, 13% de proteína e 11% de gordura. Em termos nutricionais, o ovo é considerado um alimento bastante rico, pois possui em sua composição alto teor de proteínas, cálcio, fósforo e vitaminas. O ovo também é utilizado na função de emulsificante, especialmente a porção da gema, que apresenta propriedade espumante, ação de corante e sabor em diversos produtos de confeitaria. Na forma líquida, o ovo aplicado para formulações de bolo, confere maior volume e melhores características estruturais (ARAÚJO, 1994).

Segundo El-Dash e Germani (1994), a aplicação do ovo e seu efeito é variável de acordo com o produto final de destino. Para o desenvolvimento de bolos, o ovo age na umidade da massa, contribuindo na aeração e estrutura do produto final. Além disso, a albumina, proteína presente na gema, atua como amaciante e emulsificante.

3.9 REOLOGIA

De um modo geral, reologia é o estudo da viscosidade, plasticidade e elasticidade da matéria. Examina a deformação e tensão de escoamento de um material, abrangendo a mecânica de fluidos até a elasticidade de Rooke. (Steffe, 1996; Rao, 1999; Bird *et al*, 2004). Para materiais sólidos, a propriedade reológica avaliada é a elasticidade, enquanto que para sistemas líquidos o interesse é pela viscosidade. Contudo, há materiais que não se diferenciam entre a classificação de sólidos ou líquidos, sendo estes denominados como viscoelásticos (SHAW, 1975; PASQUEL, 1999; RAO, 1999).

Para identificar as propriedades reológicas de um material, são avaliadas as deformações promovidas por determinada tensão, ou seja, deve-se considerar a resistência de deslocamento que ocorre entre as camadas internas do material. Entretanto, a reologia exige estabelecer a relação quantitativa entre deformação e tensão no material em estudo, durante um intervalo de tempo, além disso, são necessárias relações entre o comportamento reológico de um material e sua estrutura, ou seja, suas condições como temperatura, pressão e demais variáveis ambientais (BISCO, 2009).

De acordo com Lagarrigue e Alvarez (2001), a viscosidade das dispersões formadas por amido é alterada significativamente durante o tratamento térmico. Essa ocorrência promove mudanças nos perfis de velocidade de fluxo, com consequente modificação nos parâmetros de temperatura e pressão do sistema. Dessa forma, o conhecimento da influência da temperatura é necessário para que seja possível controlar as propriedades de produtos alimentícios a base de amido, bem como, saber o efeito sobre a reologia das suspensões de amido em cada fase do processo térmico. Uma das ferramentas para esse conhecimento é a análise viscoamilográfica, que tem a função de determinar a viscosidade do gel formado.

Para o monitoramento da mudança de viscosidade de pasta indica-se a utilização do Analisador Rápido de Viscosidade (RVA), cujos métodos instrumentais verificam as propriedades e comportamento durante a formação de gel nos processos de gelatinização e retrogradação de amido, que ocorrem sob a variação de temperatura e tempo.

Conforme relatado pela Perten (2016), o RVA tem sido amplamente utilizado para avaliar as propriedades de pasta de farinhas ou amidos. Uma de suas características é a versatilidade, tendo em conta que a medida da viscosidade em ciclos de aquecimento-arrefecimento, que podem proporcionar muitos indicadores úteis para a avaliação dos produtos finais e as matérias-primas de qualidade. Além disso, suas características o tornam adequado para a simulação de processos em pequena escala sob condições controladas, bem como a monitorização de alterações na viscosidade.

3.10 ANÁLISE SENSORIAL

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), a análise sensorial é definida como a ciência utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição. Normalmente, realiza-se a análise sensorial por meio de uma equipe destinada a avaliar as características de um produto para uma determinada finalidade. Em cada análise são elaborados métodos de aplicação diferenciados, os quais possuem o objetivo de atender a necessidade do teste executado. As finalidades de análise são amplas, abrangendo aspectos como a avaliação de uma matéria prima destinada a um novo produto, o efeito de processamento de um determinado material, qualidades organolépticas ou estabilidade de armazenamento de um alimento, entre outras. As informações resultantes da análise sensorial são expressas estatisticamente para verificar a viabilidade do produto testado (MONTEIRO, 1984; CHAVES, 1998).

Munõz *et al* (1992) foi o responsável pelos primeiros registros relativos à análise sensorial na manutenção da qualidade em indústrias alimentícias. Contudo, de acordo com Munõz (1999), as aplicações efetivas da análise sensorial, como

controle de qualidade na indústria, datam da década de 40, tendo ênfase apenas na década de 80 diante de seminários organizados pelo Institute of Food Technologists.

Cada teste sensorial pertence a um método conforme objetivo da análise. Os principais métodos são classificados como afetivos, de diferença ou discriminativos, analítico ou descritivo, e de sensibilidade.

Para testes de aceitação, o foco é determinar qual amostra é preferida em detrimento de outra. Contudo, a preferência é uma apreciação pessoal, que pode ser influenciada tanto pela qualidade do alimento, quanto pela cultura do provador. (Anzaldúa-Morales, 1994; Pedrero e Pangborn, 1989; Moraes, 1988; Teixeira et al, 1987). No teste de preferência o objetivo não se trata de identificar o que os juízes conseguem distinguir entre as duas amostras, sem importar seu gosto pessoal, mas sim a preferência por uma determinada amostra (Anzaldúa-Morales, 1994). Para se definir a preferência são empregados os métodos pareados, por ordenação ou por escala hedônica (MORAES, 1988).

A palavra Hedônica possui origem grega e significa “prazer”. Portanto, quando há a necessidade de medir níveis de satisfação, são aplicados métodos que utilizam as escalas hedônicas, pois estas expressam o grau de “gostar ou desgostar” por meio da descrição das apreciações, possuindo sempre um ponto central de indiferença, ou seja, apresenta um número ímpar de classificações, que pode variar entre três e nove (TEIXEIRA *et al*, 1987; MORAES, 1988; ANZALDÁUA-MORALES, 1994).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 OBTENÇÃO DAS FARINHAS

Para a realização dos experimentos foram utilizadas sementes da *Araucaria angustifolia* do Banco Ativo de Germoplasma (BAG), fornecidas pela Embrapa Florestas, localizada em Colombo, região metropolitana de Curitiba, no estado do Paraná. A farinha de arroz foi cedida pela Indústria Reunidas Coringa, localizada em Arapiraca – AL, em parceria com a Granotec Granolab do Brasil. A obtenção da farinha de pinhão foi por meio do processo descrito pelo Informe Técnico (2014) elaborado pela Embrapa Florestas, cujo procedimento foi adaptado, conforme exposto pela FIGURA 6.

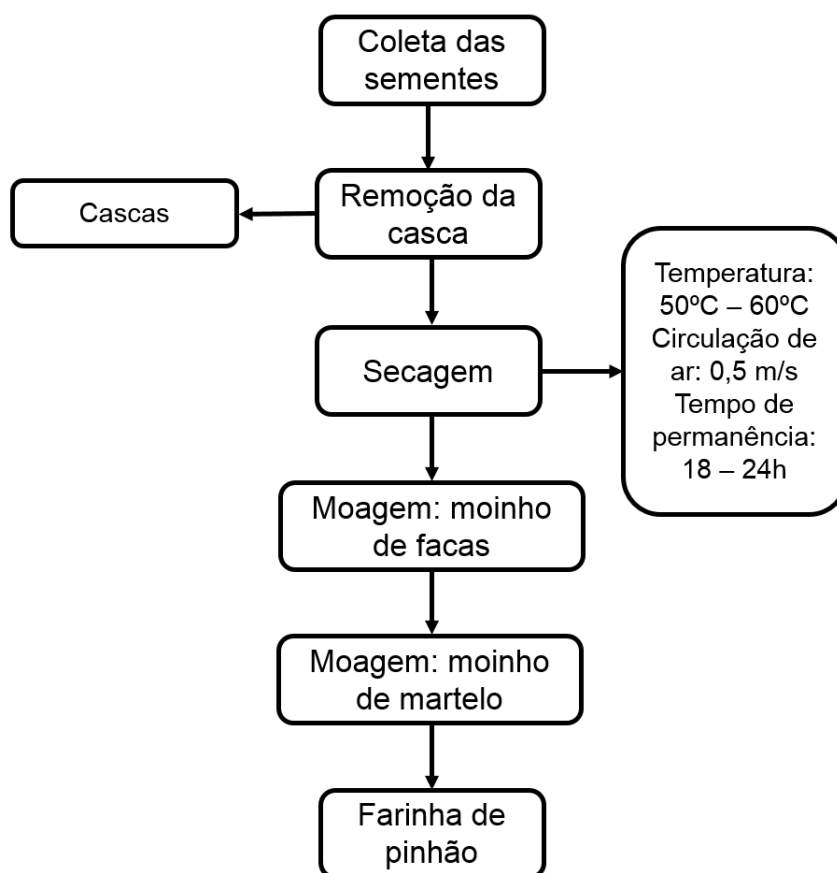


FIGURA 6 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO ADAPTADO PARA A OBTENÇÃO DA FARINHA DE PINHÃO
FONTE: EMBRAPA FLORESTAS (2014)

O procedimento iniciou pelo descascamento, seguido da secagem, com temperatura entre 50 °C e 60 °C sob circulação de ar mínima de 0,5 m/s. As sementes permaneceram nesse sistema durante o tempo de 18 a 24 horas para atingir teor de umidade entre 3,5 a 5,0% seguido de trituração em moinho de facas e martelo, com peneira de abertura igual a 2 mm.

4.1.1 Farinha de Pinhão: Caracterização da amostra

Após a obtenção do pinhão na forma de farinha, a amostra foi submetida ao teste de *falling number*, também denominado como índice de queda, cuja função é identificar a existência de atuação enzimática na amostra. O teste foi conduzido no equipamento FN 1700, modelo com sistema em duplicata e acionamento automático. Realizou-se a correção de altitude conforme programação do equipamento e seguiu-se o procedimento descrito no método 56-81B da AACC (2000). O resultado foi dado pela medida de tempo, em segundos, que a amostra necessitou para atravessar uma suspensão formada pelo amido gelatinizado.

A farinha de pinhão foi também avaliada por meio do Rapid Viscosity Analyser (RVA) utilizando o método 76 – 21 da AACC (2000). O teste objetivou identificar os parâmetros de viscosidade de pico, viscosidade mínima a quente, viscosidade final e tendência à retrogradação da amostra.

Por fim, foram realizadas análises físico-químicas, umidade (método gravimétrico, 44-31 AACC, 2000), cinzas por incineração (método 08-12 da AACC, 2000), proteínas (método de Kjeldahl, 46-13A AACC, 2000), lipídios (método 30-26 da AACC, 2000), fibras alimentares (método enzimático-gravimétrico, 32-07 AACC, 2000) e carboidratos por cálculo de diferença, para identificar a composição centesimal da amostra. Os testes consistiram em caracterizar a farinha integral, uma vez que esta foi o foco principal do estudo.

4.2 PREPARO DAS MESCLAS

O estudo foi realizado a partir do preparo de mesclas entre farinha de pinhão e farinha de arroz nas proporções, descritas na TABELA 1, determinadas a partir do planejamento experimental dado pelo modelo Simplex Centroid.

A preparação das mesclas ocorreu mediante pesagem das farinhas e mistura no equipamento Geiger GUM/SK, modelo 130E, que possibilitou a homogeneização uniforme das amostras. Cada mescla correspondeu ao desenvolvimento de diferentes pré-misturas destinadas ao preparo de bolos.

TABELA 1 - PROPORÇÃO DAS FARINHAS PARA O PREPARO DAS MESCLAS		
TRATAMENTO	FARINHA DE ARROZ	FARINHA DE PINHÃO
1	100,0	0,0
2	87,5	12,5
3	75,0	25,0
4	62,5	37,5
5	50,0	50,0

4.3 CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA DAS MESCLAS

Define-se como reologia, a ciência que estuda o comportamento de dois corpos submetidos à ação de uma força externa ou sistema de forças. A mesma está relacionada com a deformação e escoamento da substância em estudo (Macosko, 1994).

4.3.1 Viscosidade por RVA

As mesclas de farinha também foram submetidas à análise de viscosidade com o equipamento RVA, cujo teste seguiu o método nº 76 – 21 da AACC (2000). As amostras foram pesadas, em torno de 2 g, conforme respectivos teores de umidade e submetidas a análise para determinar os parâmetros de temperatura inicial de pasta, viscosidade máxima, viscosidade mínima, viscosidade final e tendência à retrogradação.

4.3.2 Amido Danificado

A quantificação de amido danificado em cada mescla de farinha foi determinada por meio do equipamento SDmatic, da marca francesa Chopin. A análise mediu os parâmetros através da capacidade de absorção de iodo pelo amido (%Ai) e em unidades UCD (Chopin Dobois Unit).

O método utilizado (AACC 76-33, 2000) consistiu, basicamente, na determinação do teor de iodo absorvido pelos grânulos de amido em meio a uma solução na temperatura de 35°C. Ao final da análise, o visor do SDmatic demonstrou os resultados em Absorção de iodo (Ai), valor descrito de acordo com condições padrões: 14% de umidade e 12% de proteína (UCD) e valor corrigido no caso do uso dos valores de umidade e proteína da amostra (UCDc). Os valores foram convertidos e lidos em % de absorção de iodo.

4.3.3 Granulometria

Na análise de granulometria foi utilizada a malha de 60 *mesh*, ou seja, 250 µm de abertura em peneiras com 20 cm de diâmetro. A determinação da malha utilizada segue padrão analítico aplicado para farinha de trigo.

A análise seguiu o método descrito pela AACC 66-20 (2000) e permitiu verificar o conteúdo de farinha de cada mescla passante e retido na peneira.

4.3.4 Cor

Para a determinação de cor das mesclas foi aplicado o sistema CIELAB (FIGURA 7), o qual expressa a cor de forma numérica. Nesta análise foi utilizado o equipamento Colorímetro Konica Minolta Modelo CR-410 (Osaka, Japão) com processador DP-400, canhão de leitura Chroma Meter CR-400/410. A análise iniciou após a calibração com placa de porcelana branca, onde os valores variam entre 0

(preto) até 100 (branco). Além disso, foram avaliadas as coordenadas de cor $-a^*$ (verde), a^* (vermelho), $-b^*$ (azul) e b^* (amarelo).

O procedimento seguiu a descrição presente no manual do equipamento conforme método da AACC 14-22.01 (2000).

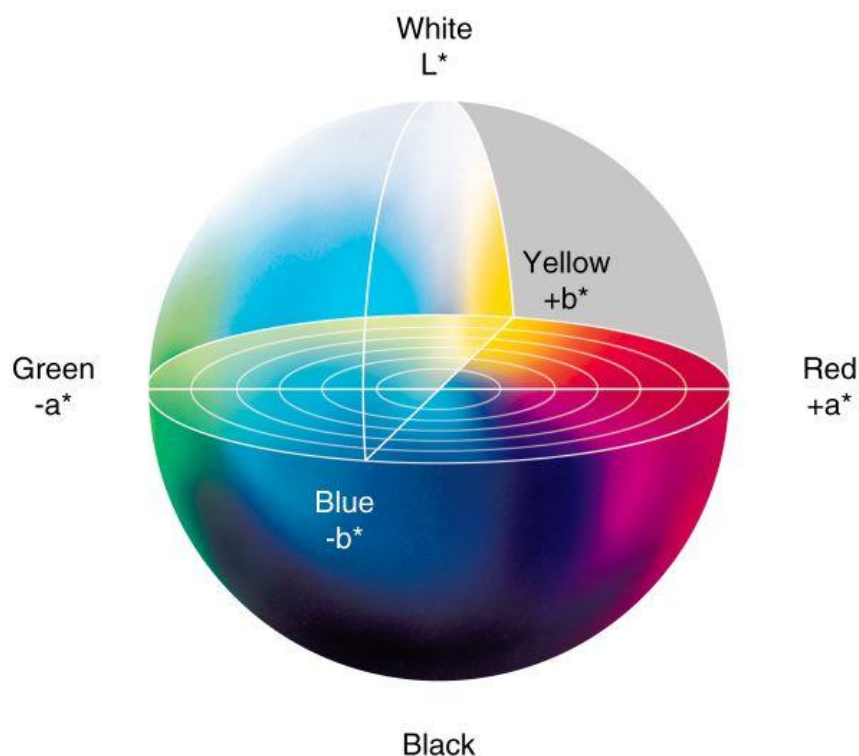


FIGURA 7 – SISTEMA DE COLORIMETRIA CIELAB

4.4 PREPARO DOS BOLOS

A elaboração das pré-misturas foi composta por cada mescla de farinha juntamente com os itens complementares (TABELA 2), indicados na formulação desenvolvida pela Granotec Granolab do Brasil.

TABELA 2 - COMPOSIÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA PRÉ-MISTURA DESTINADA AO BOLO SEM GLÚTEN PREPARADO COM AS PROPORÇÕES DE FARINHA DE ARROZ E FARINHA DE PINHÃO

Composição	Quantidade (g)
Mescla das farinhas	207,51
Açúcar	186,75
Sal	1,87
Gordura Hidrogenada	20,75
Emulsificante (Mono e diglicerídeos)	8,30
Fermento Químico	10,38
Amido de milho	10,38
Propionato de Cálcio	2,08
Aroma baunilha	0,73
Carboximetilcelulose(CMC)	0,21
Hidroxipropil metilcelulose (HPMC)	1,04

FONTE: GRANOTEC GRANOLAB DO BRASIL (2015)

A partir das pré-misturas prontas, foi possível preparar os bolos apenas adicionando-se os ingredientes indicados na TABELA 3.

TABELA 3 - COMPONENTES FIXOS PARA A QUANTIDADE DE 450g DE PRÉ-MISTURA PARA BOLO

Composição	Quantidade
Leite	150 mL
Ovos	3 unidades
Margarina	40 g

FONTE: GRANOTEC GRANOLAB DO BRASIL (2015)

O preparo do produto final iniciou-se com auxílio das batedeiras planetárias da marca Arno (Brasil), modelo SX84 (FIGURA 8), com forno previamente aquecido a 180°C. A elaboração dos bolos seguiu a técnica padrão constituída pela mistura dos componentes secos (FIGURA 9) seguida pela homogeneização com os demais ingredientes (leite, ovos e margarina), conforme FIGURA 10. Todos os constituintes, dispostos em batedeira planetária, foram submetidos ao batimento durante 2 minutos em velocidade baixa (8500 a 9500 rpm) (FIGURA 11) e, em seguida, 3 minutos em velocidade alta (14500 a 16500 rpm) (FIGURA 12). Porções de 250 g da massa obtida (FIGURA 13) foram despejadas em formas retangulares (11cm X 24cm X 4,5cm) untadas e polvilhadas com farinha de arroz, como mostra a FIGURA 14. As massas seguiram para o forno previamente aquecido a 180 °C, onde permaneceram durante aproximadamente 25 minutos na temperatura de 200 °C (FIGURA 15). Após esse período os bolos prontos foram resfriados em temperatura ambiente e desenformados. Os bolos prontos foram mantidos em condições de temperatura média de $22 \pm 0,5$ °C e UR variando de 80 a 85%, armazenados dentro de câmaras

em embalagem de polietileno. Com exceção da farinha de pinhão os insumos e equipamentos necessários para a elaboração das pré-misturas e bolos foram cedidos pela Granotec Granolab do Brasil.



FIGURA 8 – BATEDEIRAS PLANETÁRIAS PREPARADAS PARA INÍCIO DA ELABORAÇÃO DOS BOLOS



FIGURA 9 – DISPOSIÇÃO DOS INGREDIENTES NA ORDEM DE PREPARO



FIGURA 10 – INSERÇÃO DOS INGREDIENTES COMPLEMENTARES NA PRÉ MISTURA DE COMPONENTES SECOS



FIGURA 11 – BATIMENTO INICIAL LENTO DURANTE 2 MINUTOS



FIGURA 12 – BATIMENTO FINAL RÁPIDO DURANTE 3 MINUTOS



FIGURA 13 – MASSAS PRONTAS PARA SEGUIREM AO FORNEAMENTO



FIGURA 14 – MASSAS DISPOSTAS NAS FORMAS NA QUANTIDADE DE 250G CADA NA ORDEM DOS TRATAMENTOS EM AVALIAÇÃO: 1 (100% FARINHA DE ARROZ X 0% FARINHA DE PINHÃO); 2 (50% FARINHA DE ARROZ X 50% FARINHA DE PINHÃO); 3 (75,0% FARINHA DE ARROZ X 25,0% FARINHA DE PINHÃO); 4 (87,5% FARINHA DE ARROZ X 12,5% FARINHA DE PINHÃO); 5 (62,5% FARINHA DE ARROZ X 37,5% FARINHA DE PINHÃO)



FIGURA 15 – FORMAS DISPOSTAS NO FORNO PARA ASSAMENTO

4.5 ANÁLISES TECNOLÓGICAS DO PRODUTO FINAL – BOLOS PRONTOS

Logo após o preparo dos bolos, amostras destes foram submetidas a testes de parâmetros estruturais e de características sensoriais. Outras seis unidades dos bolos, preparados com cada pré-mistura, foram mantidos em condições de temperatura média de $22 \pm 0,5$ °C e UR variando de 80 a 85%, para posterior análises de suas características (após 7 dias e 15 dias do preparo).

As figuras 16, 17 e 18 mostram os produtos finais assim que foram retirados do forno.



FIGURA 16 – BOLOS PRONTOS APÓS FORNEAMENTO ORDENADOS CONFORME TRATAMENTO EM AVALIAÇÃO: 1 (100% FARINHA DE ARROZ X 0% FARINHA DE PINHÃO); 2 (50% FARINHA DE ARROZ X 50% FARINHA DE PINHÃO); 3 (75,0% FARINHA DE ARROZ X 25,0% FARINHA DE PINHÃO); 4 (87,5% FARINHA DE ARROZ X 12,5% FARINHA DE PINHÃO); 5 (62,5% FARINHA DE ARROZ X 37,5% FARINHA DE PINHÃO)

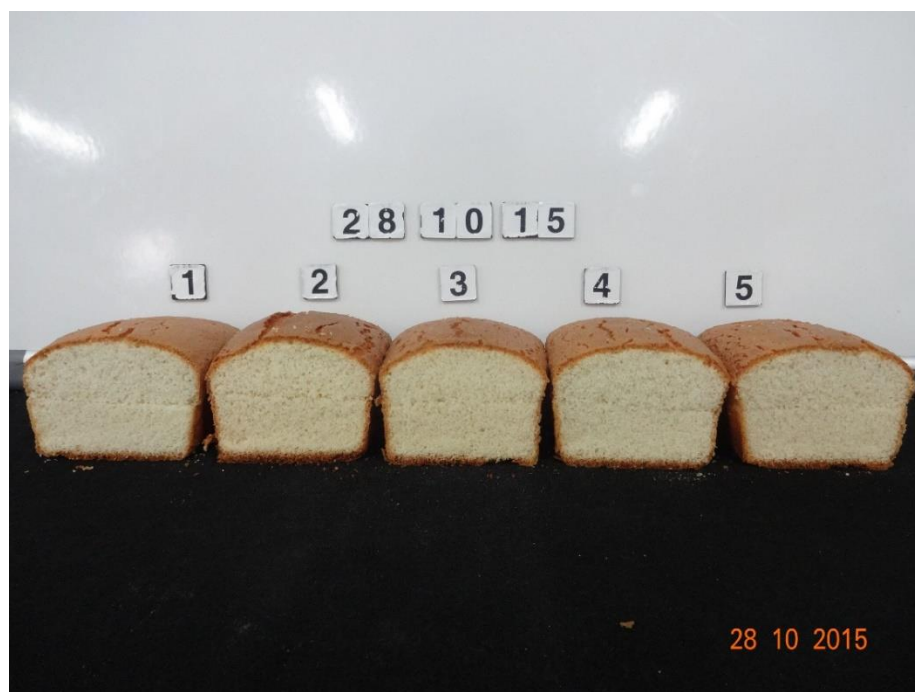


FIGURA 17 – CORTE VERTICAL PARA VISUALIZAÇÃO INTERNA DOS BOLOS ORDENADOS CONFORME TRATAMENTO EM AVALIAÇÃO: 1 (100% FARINHA DE ARROZ X 0% FARINHA DE PINHÃO); 2 (50% FARINHA DE ARROZ X 50% FARINHA DE PINHÃO); 3 (75,0% FARINHA DE ARROZ X 25,0% FARINHA DE PINHÃO); 4 (87,5% FARINHA DE ARROZ X 12,5% FARINHA DE PINHÃO); 5 (62,5% FARINHA DE ARROZ X 37,5% FARINHA DE PINHÃO)



FIGURA 18 – CORTE EM FATIAS DOS BOLOS ORDENADOS CONFORME TRATAMENTO EM AVALIAÇÃO: 1 (100% FARINHA DE ARROZ X 0% FARINHA DE PINHÃO); 2 (50% FARINHA DE ARROZ X 50% FARINHA DE PINHÃO); 3 (75,0% FARINHA DE ARROZ X 25,0% FARINHA DE PINHÃO); 4 (87,5% FARINHA DE ARROZ X 12,5% FARINHA DE PINHÃO); 5 (62,5% FARINHA DE ARROZ X 37,5% FARINHA DE PINHÃO)

4.5.1 Volume Específico

O volume específico (g/cm^3) dos bolos foi determinado através do método de deslocamento de sementes de mostarda (AACC 72-10, 2000), onde o produto é disposto no equipamento Vondel VDMV-23/MVP 4000, que se trata uma caixa metálica com volume interno previamente conhecido, definido pela ocupação das sementes. As sementes de mostarda são despejadas através do funil do equipamento e recolhidas abaixo até o transbordamento na caixa. Em seguida, a caixa é nivelada e o volume da semente de mostarda presente no interior é medido.

4.5.2 Textura

Os parâmetros de textura foram analisados pelo método TPA, que determina a firmeza, com utilização do equipamento texturômetro *Stable Micro System TA-XT2*, com probe cilíndrico de 25mm e Faca de corte horizontal, comandado pelo *Software: Texture Expert Exceed* e seguindo a metodologia AACC 74-09 (2000). A leitura gráfica verificou a firmeza, coesão e elasticidade das amostras durante o período de 1, 7 e 15 dias após o preparo do produto. O intervalo de tempo foi determinado baseado na vida útil de bolos comerciais.

Basicamente, a técnica utilizou fatias de 25 mm de espessura para cada amostra, as quais foram dispostas na porção central da plataforma do equipamento, devidamente calibrado, de forma a evitar o contato do probe com as extremidades do produto. Assim que o probe retornou à posição inicial, o software traçou as curvas gráficas referentes às características estruturais do bolo.

4.6 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS MESCLAS E DOS BOLOS

A determinação centesimal das mesclas, entre as farinhas de pinhão e arroz, e dos produtos finais foi delineada conforme os métodos descritos pela AACC (2000).

Portanto, para a análise de umidade, utilizou-se o método gravimétrico e estufa a 105°C (método 44-31 AACC, 2000), o teor de cinzas foi verificado por meio do resíduo por incineração, obtido por aquecimento das amostras em temperatura entre 550 – 570°C, descrito no método 08-12 da AACC (2000), a determinação proteica, definida pela quantidade de nitrogênio total da amostra, foi obtida a partir do método de Kjeldahl (46-13A AACC, 2000). O teor de lipídios seguiu o método 30-26 da AACC (2000), enquanto que a fração de fibra foi determinada pelo método enzimático-gravimétrico (32-07 AACC, 2000). Por fim, a fração de carboidratos foi obtida pelo cálculo de diferença.

Os bolos também foram submetidos às análises supracitadas para determinar a composição centesimal dos mesmos.

4.7 ANÁLISE SENSORIAL

As propriedades sensoriais dos bolos foram verificadas por meio de um questionário semiestruturado (ANEXO 1). Dessa forma, obteve-se dados dos participantes incluindo gênero, idade, nível de instrução, frequência de consumo, requisito de compra e estado de saúde (Ferreira *et al.* 2000).

As misturas para bolo foram avaliadas quanto à aceitação global por 102 consumidores não treinados. Foi utilizada escala hedônica de nove pontos, variando de “gostei extremamente” (9) a “desgostei extremamente” (1), conforme ABNT (NBR 14141, 1998), conforme consta no ANEXO 1. Os produtos foram servidos em ordem balanceada segundo Dutcosky (2013).

A seleção dos provadores foi realizada ao acaso, contando com a participação de indivíduos com idade mínima de 18 anos, sendo estes, de um modo geral, colaboradores da empresa Granolab Granotec do Brasil e funcionários da Embrapa Florestas.

Para desenvolver a avaliação sensorial, os produtos foram apresentados em bandejas individuais, onde as cinco amostras estavam codificadas e dispostas de forma aleatória, conforme FIGURA 19. Cada provador foi solicitado para que experimentasse os produtos na ordem recebida, intercalando com a água, e que em

seguida preenchesse o questionário de acordo com o que refletisse da melhor forma o seu julgamento.



FIGURA 19 – DISPOSIÇÃO DAS AMOSTRAS NA BANDEJA PARA ANÁLISE SENSORIAL

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Através do modelo estatístico Simplex Centroid, foi possível obter equações, ilustrada pelas variáveis “x” e “y”, que representam a interação entre as componentes avaliadas no trabalho: farinha de arroz, correspondente à variável x, e farinha de pinhão, descrito pelo coeficiente y, bem como estas componentes puras. Concomitantemente, foi realizado o estudo de comparação de médias através da análise de variância, aplicando o teste de Tukey. As informações permitiram verificar os dados com relevância significativa para o estudo, com nível de 5%, tanto para a análise das mesclas produzidas entre as farinhas quanto para a avaliação realizada nos produtos finais.

Para avaliar as informações centesimais e reológicas, das mesclas e dos produtos finais, os dados resultantes, obtidos em triplicata, foram tratados estatisticamente por meio do modelo denominado como Simplex Centroid, cujo delineamento consiste em analisar a interação entre as farinhas utilizadas. Além disso, os dados de cada tratamento foram comparados por meio da análise de variância (ANOVA) e o teste de média (Tukey a 5%). Dessa forma, foi possível identificar as diferenças entre os delineamentos estatísticos, uma vez que o modelo simplex centroid realizou a leitura interativa entre os componentes, e o teste comparativo de média analisou a performance das amostras, comparando-as entre si.

Dessa forma, o planejamento simplex centroid foi caracterizado pela presença de dois componentes, ou seja, a farinha de pinhão e a farinha de arroz. O modelo, portanto, apresentou dois graus de liberdade, abrangendo cinco pontos representados pelas mesclas desenvolvidas e a análise estatística foi delimitada pelos pontos de máximo e mínimo dos componentes, onde a farinha de arroz, denominada como componente A correspondeu aos pontos 50% e 100% como mínimo e máximo, respectivamente, enquanto que a farinha de pinhão (componente B) deteve a variação entre 0%, ponto de mínimo, e 50%, ponto de máximo.

As interações avaliadas pelo modelo simplex centroid resultaram em equações, cujos coeficientes presentes corresponderam aos cinco tratamentos dispostos em modelo linear. A orientação desse teste foi representada pelo experimento de mistura, conforme consta na TABELA 4.

TABELA 4 – CODIFICAÇÃO FORNECIDA PELO EXPERIMENTO DE MISTURA PARA ORIENTAR O MODELO SIMPLEX CENTROID

Tratamento	Ordem de leitura dos dados	Proporção da Farinha de Arroz (%)	Proporção da Farinha de Pinhão (%)
1	1	100,0	0,0
2	2	50,0	50,0
3	3	75,0	25,0
4	4	87,5	12,5
5	5	62,5	37,5

A análise de variância (ANOVA) e o teste de média (Tukey a 5%) foram aplicados nos tratamentos submetidos ao modelo simplex centroid, bem como na avaliação de diferença entre os segmentos de consumidores, presente no teste sensorial.

Para a análise sensorial o levantamento da frequência de resposta permitiu verificar os parâmetros de maior destaque relativos à preferência do consumidor final. Os dados de aceitação foram determinados pela Análise de Componentes Principais (ACP), correspondente a uma técnica da estatística multivariada que transforma um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão denominadas de componentes principais. Também utilizou-se a Análise Aglomerativa Hierárquica (CAH), por meio do programa estatístico XLSTAT- Sensory (2014).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 FARINHA DE PINHÃO: CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

O teste de *falling number* aplicado na farinha, permitiu verificar a atividade enzimática inerente à amostra em estudo. O equipamento utilizado identificou uma média do índice de queda no valor de 250 segundos para a farinha de pinhão. Esse dado confirma a presença de enzimas amilolíticas capazes de hidrolisar o amido e ainda presentes na farinha de pinhão, uma vez que se considera uma farinha com baixa atividade enzimática para valor igual ou superior a 400 segundos para o índice de queda, conforme classificação proposta por (MA *et al.* 2016).

A TABELA 5 estão apresentados os dados resultantes da performance de viscosidade para farinha de pinhão pura nos testes RVA em comparação com as informações obtidas por Augusto-Ruiz *et al.* (2003) que avaliou parâmetros de viscosidade de farinha de arroz comum e farinha de arroz integral pré-gelatinizada.

TABELA 5 - PARÂMETROS DE VISCOSIDADE DA FARINHA DE PINHÃO EM COMPARAÇÃO COM FARINHA DE ARROZ BRANCO COMUM E FARINHA DE ARROZ INTEGRAL PRÉ-GELATINIZADA

Análises	Farinha de Pinhão ^a	Farinha de Arroz Branco comum ^b	Farinha de Arroz Integral Pré-Gelatinizada ^b
Tempo de pico (min)	6,20	5,31	4,04
Viscosidade de Pico (cP)	3329,00	5529,00	875,00
Viscosidade mínima a quente (cP)	1164,00	2250,00	303,00
Quebra de Viscosidade (cP)	2165,00	3279,00	572,00
Viscosidade final (cP)	1497,00	6397,00	617,00
Tendência a retrogradação (cP)	333,00	4147,00	314,00

^a Dados do presente estudo

^b Dados apresentados em Augusto-Ruiz *et al.* (2003)

Os resultados de viscosidade para a farinha de pinhão frente a farinha de arroz branco comum, demonstraram valores inferiores, ou seja, comportamento satisfatório em termos de estabilidade de gel para farinha de pinhão em relação à farinha de arroz.

Em contrapartida, ao realizar o tratamento de pré-gelatinização na farinha de arroz integral, esta resultou em teores de viscosidade inferiores aos dados de viscosidade da farinha de pinhão. Assim, conforme observado, a amostra em estudo não atinge as qualidades de baixa viscosidade e consequente estabilidade alcançadas por modificações decorrentes da pré-gelatinização que pode alterar a estrutura interna do amido.

A análise físico-química da amostra de farinha de pinhão em estudo, permitiu definir sua composição centesimal. A TABELA 6 apresenta as informações relatadas na literatura em comparação com os dados obtidos nas análises da farinha de pinhão do presente trabalho.

TABELA 6 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DE PINHÃO DETERMINADA POR OUTROS AUTORES EM COMPARAÇÃO COM A ANÁLISE REALIZADA (g/100g)

Análises	Amostra do presente estudo	Capella (2008)	Gama (2006)
Cinzas	3,22	3,05	3,12
Fibra alimentar total	11,89	7,67	15,09
Proteínas	7,90	3,33	9,30
Lipídios	1,62	10,48	2,33
Carboidratos	75,36	81,74	70,16

FONTE: Capella (2008); Gama (2006)

O conteúdo de fibras foi consideravelmente alto no presente estudo, uma vez que se mostrou superior frente a caracterização apresentada por Capella (2008), porém, não demonstrou teor elevado como Gama (2006). O mesmo foi observado quanto ao teor de proteínas. Para lipídios, a farinha em estudo apresentou o menor valor frente aos relatados na TABELA 6, porém próximo ao de Gama (2006). Contudo, as diferenças verificadas devem ser consideradas, possivelmente devido aos diferentes métodos de obtenção das farinhas e diferentes variedades entre outros fatores.

O valor calórico total determinado para a farinha de pinhão, com umidade de 7,96 g/100g, resultou em 319,99 kcal/100g. A quantificação mostrou-se inferior do relatado nas tabelas TACO (2011) e USP (2008), que apresentam respectivamente os valores de 363 e 354 kcal/100g.

5.2 MESCLAS: ANÁLISE REOLÓGICA

A caracterização das diferentes mesclas entre as farinhas de pinhão e arroz foi verificada em testes de viscosidade, amido danificado, granulometria e cor.

O equipamento RVA analisou diversas propriedades relacionadas à viscosidade das farinhas. Para o presente estudo, foram avaliados quatro parâmetros, conforme apresentados na TABELA 7, e valores individuais, mostrados na TABELA 8, sendo estes os que apresentaram maior importância para a análise de reologia das farinhas analisadas.

TABELA 7 – EQUAÇÕES OBTIDAS NAS ANÁLISES DE VISCOSIDADE APLICADAS NAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO

Propriedade	Equação	Valor de p	Valor de F	R ² Ajustado (%)
Viscosidade de Pico (cP)	$4127,5 x + 2790,7 y - 473,1 xy$	0,047	20,40	95,33
Viscosidade mínima a quente (cP)	$3012,8 x + 1722,0 y - 163,4 xy$	0,027	36,03	97,30
Viscosidade final (cP)	$7805,5 x + 3439,1 y - 153,1 xy$	0,007	136,99	99,28
Tendência à retrogradação (cP)	$4792,71 x + 1717,11 y + 10,29 xy$	0,003	293,71	99,66

x = percentagem de farinha de arroz na mescla
y = percentagem de farinha de pinhão na mescla

As quatro propriedades analisadas pelo RVA, viscosidade de pico, viscosidade mínima a quente, viscosidade final e tendência à retrogradação, podem ser descritas

por modelos estatisticamente significativos (TABELA 7), como pode ser verificado pelos valores de $p < 0,05$ obtidos. Em todos os casos, ao observar os valores dos coeficientes, constatou-se que a farinha de arroz contribuiu predominantemente para o aumento da viscosidade final em cada teste. Portanto, por consequência, foi possível definir que a farinha de pinhão apresentou menor viscosidade bem como tendência à retrogradação inferior, valorizando a qualidade da farinha e seus derivados.

Conforme Fennema *et al.* (2010), o grânulo de amido é insolúvel em água fria, contudo, em meio aquoso sob aquecimento, o grânulo é capaz de absorver água e intumescer, formando uma pasta de amido inchado. Essa ocorrência é denominada como gelatinização, cuja intensidade é em função da quantidade de água e da extensão do tratamento térmico aplicado ao sistema amiláceo.

A princípio, a ocorrência do entumescimento é reversível, porém, torna-se irreversível a medida que a temperatura do meio é elevada, causando o rompimento das ligações de hidrogênio e possibilitando a incorporação de água pela estrutura do amido. O rompimento dos grânulos libera a porção de amilose (FUKUOKA *et al.* 2002).

O resfriamento da pasta quente de amido promove a formação de um gel firme e viscoelástico devido à agregação das cadeias de amilose. Durante esse processo, o sistema torna-se progressivamente menos solúvel, ou seja, acontece o fenômeno dito como retrogradação. A amilose é a principal molécula envolvida no primeiro estágio do processo de retrogradação, uma vez que a amilopectina apresenta menor velocidade de retrogradação. A diminuição da viscosidade e desenvolvimento da estrutura rígida ocorre, portanto, pela agregação, principalmente, das moléculas de amilose (Fennema, 2010). O processo de retrogradação durante o armazenamento de alimentos ricos em amido, impacta significativamente na qualidade de textura dos produtos acabados (DELCOUR *et al.* 2010).

Os parâmetros reológicos foram comparados pelo teste de Tukey (5%) e estão apresentados na TABELA 8.

TABELA 8 – PARÂMETROS REOLÓGICOS DE VISCOSIDADE VERIFICADOS PARA AS MESCLAS COM FARINHA DE PINHÃO E FARINHA DE ARROZ

Análise	% Farinha de Arroz : % Farinha de Pinhão (m:m)				
	100:0	87,5:12,5	75:25	62,5:37,5	50:50
Viscosidade de Pico (cP)	4053 ± 37 ^a	3854 ± 37 ^a	3340 ± 40 ^b	2888 ± 168 ^c	2865 ± 119 ^c
Viscosidade mínima a quente (cP)	2959 ± 81 ^a	2794 ± 80 ^a	2246 ± 68 ^b	1987 ± 28 ^c	1749 ± 82 ^d
Viscosidade final (cP)	7706 ± 237 ^a	6913 ± 53 ^b	5498 ± 51 ^c	4389 ± 150 ^d	3510 ± 126 ^e
Tendência à retrogradação (cP)	4747 ± 157 ^a	4119 ± 120 ^b	3252 ± 34 ^c	2402 ± 126 ^d	1761 ± 51 ^e

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos pelo método de comparação múltipla, com aplicação do teste de Tukey, demonstraram diferença significativa conforme a percentagem de farinha nos tratamentos, resultando em diminuição progressiva e diferente nas propriedades de viscosidade final e tendência a retrogradação nas mesclas com maiores adições da farinha de pinhão. Para propriedade de viscosidade de pico, bem como para viscosidade mínima a quente, também os tratamentos correspondentes às respectivas maiores quantidades de adição nas mesclas (37,5% e 50% de farinha de pinhão), resultaram em valores menores estatisticamente aos de viscosidade de pico e mínima a quente para os tratamentos com maior teor de farinha de arroz (100% e 82,5%), comprovando o efeito da percentagem de adição de farinha de pinhão na diminuição destas propriedades.

A análise de viscosidade possibilita verificar a resistência dos grânulos de amido quando estes são submetidos à hidratação em elevação de temperatura (Gryszkin *et al.* 2016), ou seja, quanto maior o índice de viscosidade desenvolvido, menor será a estabilidade da farinha. Dessa forma, diante das diferenças comprovadas estatisticamente a nível de 5% de significância, foi possível supor que a farinha de pinhão conferiu maior estabilidade às mesclas. Essa característica pode atribuir ao produto final, produzido pela utilização da mescla com maior proporção de

farinha de pinhão, maior resistência às influências ambientais externas, como umidade relativa, temperatura, com consequente vida útil prolongada.

Em pesquisa realizada por Bueno (2008), foram observados valores de viscosidade muito próximos entre a farinha de arroz de alto teor de amilose com o tratamento contendo 100% da farinha de arroz do presente trabalho. Na pesquisa, a tendência à retrogradação para farinha de arroz contendo alto teor de amilose (> 27%) resultou em 3539,5 cP, enquanto que as farinhas com médio (23 – 27%) e baixo (10 – 22%) teores de amilose, demonstraram menor tendência à retrogradação nos valores de 1879,30 cP e 1434,00 cP, respectivamente.

Diante das informações sobre o conteúdo de amilose presente nas farinhas utilizados por Bueno (2008), e observando que a mescla contendo maior proporção de farinha de pinhão resultou em tendência a retrogradação similar aos níveis das farinhas com menores teores de amilose, pode-se estimar que a farinha de pinhão é caracterizada por também conter baixo teor de amilose. Conforme Capella (2008), o pinhão apresenta 22,5% de amilose em sua composição, valores próximos foram identificados em estudos realizados por Bello-Pérez (2006) e por Bicudo (2008), que verificaram os teores de amilose na farinha de pinhão em 25,0% e 25,3%, respectivamente. A baixa quantidade de amilose do amido presente na farinha de pinhão, possibilita a característica de estabilidade e baixa tendência à deterioração de um produto final contendo a farinha de pinhão.

A determinação do teor de amido danificado resultou em valores entre 4,43% a 5,64%, que não diferiram estatisticamente para as diferentes mesclas, porém, foram relevantes para verificar a interferência do mesmo na absorção de água pelas farinhas. Quanto maior a quantidade de amido danificado maior é a capacidade de absorção da água no momento da hidratação e formação da massa (Morrison e Tester, 1994). Para a elaboração de bolos, a alta absorção de água prejudica o produto final (Morgan e Williams, 1995). Além disso, como a caracterização da farinha de pinhão apresentou valor considerável para o teste de *falling number*, sabe-se que a farinha em estudo apresentou atuação enzimática, cuja atividade está proporcionalmente relacionada com o teor de amido danificado (MA *et al.* 2016).

A análise de granulometria seguiu o padrão aplicado em farinhas de trigo, uma vez que esta é uma medida de classificação e, portanto, utilizada para definir o tamanho das partículas de insumos para a produção de aditivos destinados a esse

nicho. Os resultados obtidos não apresentaram diferença estatisticamente significativa, demonstrando valor médio de $2,8 \pm 0,1 \text{ g/cm}^3$.

A caracterização de cor, por meio dos parâmetros L, a^* , b^* , foi analisada para verificar as diferenças entre as farinhas utilizadas, cujas mesclas devem apresentar padronização para aplicação em produtos finais.

O comportamento das propriedades de amido modificado, granulometria, características de cor pelos parâmetros L, a^* , b^* em função das percentagens de farinha de arroz e pinhão nas mesclas, foram descritos pelas equações definidas com auxílio da aplicação do modelo simplex centroid, conforme disposto na TABELA 9.

TABELA 9 – EQUAÇÕES OBTIDAS NAS ANÁLISES AMIDO DANIFICADO, GRANULOMETRIA E COR, APLICADAS NAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO

Propriedade	Equação	Valor de p	Valor de F	R ² Ajustado (%)
Amido danificado (%)	$4,40 x + 5,64 y - 0,4709 xy$	0,008	125,60	99,21
Granulometria (retido em <i>mesh</i> 60)	$4,5286 x + 4,0886 y + 0,5714 xy$	0,332	2,01	66,76
Cor: Parâmetro L	$90,5651 x + 91,2851 y - 0,1371 xy$	0,019	51,99	98,11
Cor: Parâmetro a^*	$- 0,1468 x - 0,0812 y - 0,0953 xy$	0,161	5,22	83,92
Cor: Parâmetro b^*	$5,9916 x + 8,4704 y + 0,1794 xy$	0,008	120,40	99,18

x = percentagem de farinha de arroz na mescla
y = percentagem de farinha de pinhão na mescla

Para a análise de amido danificado, o modelo estatístico foi significativo, com valor de p igual a 0,008. De acordo com os coeficientes resultantes na equação, pode-se considerar que a farinha de pinhão apresentou maior contribuição para o aumento do teor de amido danificado presente nas mesclas. Essa influência, possivelmente foi proveniente da forma de moagem para extração da farinha de pinhão que, para ser produzida, passa por dois sistemas de moinhos e, portanto, exigiria maior resistência do endosperma da semente submetida para que não houvesse danos aos grânulos de amido.

O teste de granulometria resultou em modelo estatístico não significativo ($p = 0,332$) para a interação entre as farinhas. Portanto, para esse caso, apesar das diferenças entre os processos de obtenção e caracterização das farinhas de arroz e

pinhão, ambas tenderam à similares em termos de tamanho das partículas constituintes.

Entre os três parâmetros de cor avaliados, apenas o croma a^* , que mede a intensidade entre as cores verde e vermelho, não demonstrou modelo significativo, independe do tipo de farinha utilizada na mescla. O parâmetro L, cuja medida verifica o croma entre preto e branco, teve modelo significativo, onde a farinha de pinhão reforçou a tendência para a coloração preta, diminuindo o valor de L. Contudo, ambos os coeficientes resultaram ainda em classificação normal de cor para as mesclas de farinha estudadas. Possivelmente, a tendência verificada se deve ao caráter do arroz, que produz uma farinha muito clara, contrastando com a farinha de pinhão, levemente mais escura. O parâmetro b^* também demonstrou modelo estatístico significativo, com valor de p igual a 0,008. A avaliação de b^* é descrita na faixa de cor entre azul e amarelo, sendo que neste caso, a farinha de pinhão apontou tendência para aumento de b^* , ou seja, tendendo ao croma amarelo. Esse resultando confirma a informação descrita para o parâmetro L, observando-se que a farinha de pinhão detém maior intensidade de cor em relação à farinha de arroz, portanto, influenciando mais nas características de cor das mesclas comparativamente a farinha proveniente de arroz.

Cada tratamento também foi comparado pela análise de variância e aplicação do teste de Tukey a nível de 5%, conforme consta na TABELA 10.

TABELA 10 – PARÂMETROS REOLÓGICOS DE AMIDO DANIFICADO, GRANULOMETRIA E COR VERIFICADOS PARA AS MESCLAS COM FARINHA DE PINHÃO E FARINHA DE ARROZ

Análise	%Farinha de arroz:%Farinha de pinhão (m:m)				
	100:0	87,5:12,5	75:25	62,5:37,5	50:50
Amido danificado (%)	4,43 ± 0 ^d	4,60 ± 0,08 ^d	4,97 ± 0,02 ^c	5,24 ± 0,16 ^b	5,64 ± 0,04 ^a
Granulometria (retido em mesh 60)	4,60 ± 0,16 ^a	4,40 ± 0,24 ^{ab}	4,40 ± 0,09 ^{ab}	4,50 ± 0,08 ^{ab}	4,00 ± 0,08 ^b
Cor: Parâmetro L	90,54 ± 0,04 ^b	90,77 ± 0,07 ^{ab}	90,89 ± 0,12 ^b	91,03 ± 0,06 ^{ab}	91,31 ± 0,03 ^a
Cor: Parâmetro a^*	-0,14 ± 0,02 ^{bc}	-0,17 ± 0,00 ^c	-0,12 ± 0,02 ^b	-0,12 ± 0,005 ^{ab}	-0,08 ± 0,01 ^a
Cor: Parâmetro b^*	5,96 ± 0,02 ^e	6,75 ± 0,01 ^d	7,15 ± 0,06 ^c	7,95 ± 0,07 ^b	8,46 ± 0,04 ^a

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de amido danificado demonstrou modelo estatístico significativo pelo simplex centroid. Além disso, apresentou igualdade pelo teste de Tukey para os tratamentos correspondentes às proporções contendo 0% e 12,5% de farinha de pinhão, ou seja, as mesclas com menor adição da farinha de pinhão. Os teores de amido danificado confirmaram-se superiores nas demais mesclas com maior proporção de farinha de pinhão, corroborando o estabelecido na análise por simplex centroid.

A análise de granulometria por comparação múltipla apresentou diferença entre as mesclas que correspondem a 0% e 50% de farinha de pinhão, exatamente os pontos de máximo e mínimo do estudo, com respectivos valores de $4,6 \pm 0,16\%$ e $4,0 \pm 0,08\%$ retidos na malha de 60 *mesh* (abertura de malha igual a 0,250 mm). Pode-se ainda considerar que a diferença de 0,6% na granulometria entre a farinha de arroz e a mescla com 50% de farinha de pinhão não seja suficiente para interferir nas características de um bolo produzido a partir delas, uma vez que estudos, como é o caso de Dhen *et al.* (2016), demonstraram que a influência no produto final é causada por diferença granulométrica, entre farinhas, superior ao valor identificado no presente estudo.

De acordo com Fernandes *et al.* (2008), a farinha de trigo branca apresenta granulometria padrão em aproximadamente 100% passante na peneira de 60 *mesh*, correspondente à abertura de malha de 0,250 mm. Ao alterar a fonte de extração da farinha, a mesma sofreu alteração de granulometria. A farinha integral resultou em retenção entre 20 a 30% em peneiras de 40 *mesh*, referente à malha com abertura de 0,425 mm.

A intensidade colorimétrica entre as mesclas produzidas apresentou valores médios correspondentes a 90,91 para o parâmetro L, -0,14 para o parâmetro a, e 7,25 para o parâmetro b. Pelo teste de Tukey, tanto o parâmetro L quanto o parâmetro a* não demonstraram diferença significativa entre a farinha de arroz e a mescla contendo menor teor de farinha de pinhão, porém, houve diferença em relação à mescla composta por 50% de farinha de pinhão. O croma b* demonstrou diferença crescente da farinha de arroz frente as pré-misturas, conforme adição de farinha de pinhão nas mesclas.

5.3 MESCLAS: COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

A determinação da composição centesimal das mesclas de farinha foi realizada através das análises de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibras alimentares e carboidratos totais. Todos os testes foram avaliados por meio do modelo simplex centroid, resultando nas equações descritas na TABELA 11.

TABELA 11 – EQUAÇÕES OBTIDAS NAS ANÁLISES CENTESIMAIS APLICADAS NAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO

Propriedade	Equação	Valor de p	Valor de F	R ² Ajustado (%)
Umidade (%)	$6,9183 x + 7,1343 y - 0,4343 xy$	0,259	2,86	74,09
Cinzas (%)	$0,583 x + 2,115 y - 1,451 xy$	0,026	36,81	97,36
Proteínas (%)	$7,4894 x + 7,3294 y - 0,0914 xy$	0,305	2,28	69,50
Lipídios (%)	$0,972 x + 1,044 y - 3,726 xy$	0,074	12,60	92,64
Fibras (%)	$7,316 x + 7,472 y - 6,434 xy$	0,464	1,15	53,59
Carboidratos (%)	$76,460 x + 75,020 y + 4,80 xy$	0,498	1,01	50,20

x = percentagem de farinha de arroz na mescla
y = percentagem de farinha de pinhão na mescla

A determinação de umidade foi o parâmetro inicial para a realização dos testes reológicos, uma vez que se trata de uma informação base para a aplicação em equipamentos de caracterização de farinhas. A quantificação de umidade determinou o teor de água livre e demais constituintes voláteis presentes nas amostras, onde há a relação entre as farinhas de arroz e pinhão, e a influência entre as mesmas. Para essa análise, o modelo não foi significativo, ($p > 0,05$). Ambas as farinhas apresentaram similaridade para o teor de umidade, sendo esta uma informação positiva para o desenvolvimento das mesclas. Entretanto, é válido ressaltar que a umidade é uma das responsáveis por ocasionar a deterioração em alimentos, portanto, trata-se de uma propriedade que deve ser controlada para evitar contaminações microbiológicas. Segundo a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), descrita pela Resolução nº 12 da Anvisa (1978), o conteúdo máximo permitido para farinhas é de 15 g/100g de umidade. O presente estudo

demonstrou valores baixos de umidade para as pré-misturas desenvolvidas, fato que promove maior estabilidade e consequente aumento no tempo de vida útil destas.

A análise de cinzas quantificou o resíduo inorgânico restante da queima das amostras. Ou seja, essa análise permitiu identificar a quantidade total de minerais presente nas mesclas preparadas com as farinhas de arroz e farinha de pinhão.

Diante da equação, foi possível observar que o modelo para a análise de cinzas mostrou-se significativo, com valor de p igual a 0,026, onde a farinha de pinhão foi a componente responsável pelo aumento do teor da matéria mineral, pois o seu coeficiente apresentou valor superior ao da farinha de arroz.

O teor de cinzas está diretamente relacionado com a extração da farinha, pois a matéria mineral é proveniente da composição do material, normalmente presente em maior quantidade nas extremidades do produto submetido à extração (Hoseney, 1990). Dessa forma, como a semente de pinhão foi convertida em farinha, esperava-se que apresentasse elevado teor de cinzas em relação à farinha de arroz, cuja extração parte do grão polido.

Na análise de proteína, esta foi quantificada por meio da determinação de nitrogênio orgânico presente em cada mescla entre as farinhas. A variação de proteína entre as mesclas das farinhas não apresentou modelo estatístico significativo. Portanto, essa propriedade foi equivalente em todas as mesclas desenvolvidas, não diferindo a farinha de pinhão.

Na análise de lipídios o modelo estatístico não foi significativo, ou seja, nenhuma das farinhas se sobrepõe à outra na quantificação lipídica. Porém, a interação entre as componentes foi considerada do tipo antagônica, observada pelo sinal negativo do coeficiente referente à variável xy . Essa informação relata que a combinação das farinhas contribuiu para diminuir o teor de lipídios nas mesclas.

A estimativa da quantificação de fibras era determinar a sua contribuição nas mesclas com farinha de pinhão, uma vez que o pinhão apresenta propriedades que condizem com a presença de amido resistente (Menezes *et al.* 2009). Contudo, para esse caso, o modelo estatístico não foi significativo, concluindo que a interação entre as farinhas, apesar de demonstrar alteração no teor de fibras, não foi percebido pelo método de análise estatística empregado. O modelo estatístico para a análise de carboidratos também não resultou significância. Possivelmente pelo dado resultante ser avaliado apenas por cálculo da diferença do somatório dos constituintes analisados em percentagem de 100g de amostra.

As propriedades físico-químicas das mesclas também foram avaliadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%, conforme segue na TABELA 12.

TABELA 12 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS MESCLAS PREPARADAS COM FARINHA DE ARROZ E FARINHA DE PINHÃO (g/100g)

Análises	%Farinha de arroz: %Farinha de pinhão (m:m)				
	100:0	87,5:12,5	75:25	62,5:37,5	50:50
Umidade	11,10 ± 0,09 ^a	6,82 ± 0,17 ^b	7,00 ± 0,14 ^b	6,96 ± 1,16 ^b	7,14 ± 0,22 ^b
Cinzas	0,58 ± 0,04 ^{cd}	0,82 ± 0,06 ^d	1,05 ± 0,01 ^{bc}	1,32 ± 0,35 ^b	1,90 ± 0,16 ^a
Fibra alimentar total	4,27 ± 0,78 ^b	5,63 ± 0,67 ^{ab}	6,78 ± 0,43 ^a	5,42 ± 0,85 ^{ab}	7,71 ± 0,03 ^a
Proteínas	7,49 ± 0,11 ^a	7,45 ± 0,04 ^a	7,33 ± 0,18 ^a	7,41 ± 0,08 ^a	7,31 ± 0,02 ^a
Lipídios	1,23 ± 0,97 ^a	1,62 ± 0,24 ^a	2,01 ± 0,24 ^a	1,74 ± 0,16 ^a	1,17 ± 1,10 ^a
Carboidratos	75,33 ± 0,65 ^a	74,78 ± 0,71 ^a	75,82 ± 0,16 ^a	77,67 ± 0,31 ^a	77,14 ± 1,71 ^a

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teste de Tukey aplicado entre os tratamentos verificou similaridade para comparação dos conteúdos de proteínas, lipídios e carboidratos entre as amostras avaliadas. Entretanto, para a análise de fibra alimentar, a mescla isenta de farinha de pinhão foi divergente apresentando diferença significativa relativa à mescla com maior proporção de farinha de pinhão, portanto, a adição de 50% de farinha de pinhão promoveu aumento significativo do teor de fibras alimentares nas mesclas.

A TABELA 13 apresenta diferentes composições centesimais para diferentes tipos de farinhas, conforme estudos realizados por AUGUSTO-RUIZ *et al.* (2003).

TABELA 13 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE FARINHA INTEGRAL DE ARROZ, FARINHA DE AVEIA E FARINHA DE TRIGO (g/100g)

Análises	Farinha Integral de Arroz	Farinha de Aveia	Farinha de Trigo
Umidade	6,80	7,60	12,60
Cinzas	1,52	1,60	0,47
Fibra alimentar total	9,63	11,80	2,26
Proteínas	8,21	16,55	10,0
Lipídios	1,52	11,26	0,67
Carboidratos	72,32	51,19	74,00

FONTE: Augusto-Ruiz *et al.* (2003)

De um modo geral, ao comparar a composição centesimal de farinhas provenientes de outras fontes (arroz integral, aveia e trigo), avaliadas por Augusto-Ruiz *et al.* (2003), foi possível identificar que as mesclas contendo farinha de pinhão apresentaram teores similares para os atributos de umidade e cinzas com as farinhas integral de arroz e aveia. A quantificação de proteína tanto das mesclas (TABELA 12), com valor médio de 7,4 g/100g, quanto da farinha de pinhão pura (7,27 g/100g), descrita na TABELA 6, ficaram próximas à farinha integral de arroz, porém abaixo das farinhas de aveia e de trigo. O teor de fibras, das mesclas preparadas com farinha de pinhão, foi superior ao da farinha de trigo, próximo da farinha integral de arroz, porém, inferior à da farinha de aveia relatada, esta que é caracterizada pelo elevado teor de fibras (Fulgoni *et al.* 2015). Contudo, ao considerar a farinha de pinhão isolada, o teor de fibra alimentar (10,94 g/100g, conforme TABELA 6) mostrou-se equivalente à farinha de aveia. Além disso, a farinha de pinhão e as mesclas preparadas com a mesma demonstraram teor de lipídios consideravelmente inferiores à farinha de aveia.

5.4 PRODUTO FINAL: ANÁLISES TECNOLÓGICAS

Após a elaboração dos produtos finais (bolos), foram realizadas as análises tecnológicas de volume específico e textura. Ambos os parâmetros foram tratados estatisticamente pelo modelo Simplex Centroid.

O atributo de volume específico aparece na TABELA 14, descrito pela equação geradas no modelo estatístico.

TABELA 14 – EQUAÇÃO OBTIDA NAS ANÁLISES DE VOLUME ESPECÍFICO DOS BOLOS PRODUZIDOS PELAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO

Propriedade	Equação	Valor de p	Valor de F	R ² Ajustado (%)
Volume específico (g/cm ³)	$2,7914 x + 2,7114 y + 0,2286 xy$	0,143	6,0	85,71

x = percentagem de farinha de arroz na mescla

y = percentagem de farinha de pinhão na mescla

A análise de volume específico visou verificar a estrutura final de cada produto, possibilitando estimar a eficiência de batimento e crescimento da massa. O modelo estatístico designado para avaliação do volume específico dos bolos não foi significativo, demonstrando valor de p superior a 0,05. Dessa forma, pode-se definir que os produtos resultantes de cada pré-mistura desenvolvida se mostraram equivalentes e independentes da proporção das farinhas aplicadas.

A análise de variância para volume também demonstrou similaridade nos resultados, conforme consta na TABELA 15.

TABELA 15 - VOLUME ESPECÍFICO DOS BOLOS PRODUZIDOS PELAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO

Análises	%Farinha de arroz:%Farinha de pinhão (m:m)				
	100:0	87,5:12,5	75:25	62,5:37,5	50:50
Volume específico (g/cm ³)	$2,8 \pm 0,1^a$	$2,8 \pm 0,1^a$	$2,8 \pm 0,1^a$	$2,8 \pm 0,1^a$	$2,7 \pm 0,1^a$

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Valores próximos do volume específico identificado no presente estudo, em torno de 2,78 g/cm³, foram observados por Gutkoski *et al.* (2011), na elaboração de bolos tipo inglês preparados com farinha de trigo. Os produtos avaliados, no estudo citado, foram preparados com farinha de trigo, portanto, a relação entre os bolos

contendo glúten com os bolos preparados no presente trabalho são semelhantes em termos de volume específico.

Em relação à estrutura dos bolos, a avaliação de textura dos produtos finais limitou-se em dois parâmetros: firmeza e elasticidade, os quais foram verificados no primeiro, sétimo e décimo quinto dia após o preparo dos bolos. Dessa forma, verificou-se a estabilidade e consequente vida de prateleira de cada pré-mistura na forma de produto acabado. As equações geradas para os resultados de firmeza e elasticidade do produto seguem na TABELA 16.

TABELA 16 – EQUAÇÕES OBTIDAS NAS ANÁLISES DE TEXTURA DOS BOLOS PRODUZIDOS PELAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO

Propriedade	Equação	Valor de p	Valor de F	R ² Ajustado (%)
Firmeza 1º dia (N)	$9,03 x + 8,33 y - 1,21 xy$	0,019	52,69	98,14
Firmeza 7º dia (N)	$14,79 x + 12,77 y + 3,71 xy$	0,473	1,11	52,71
Firmeza 15º dia (N)	$18,22 x + 13,57 y + 1,51 xy$	0,053	17,91	62,97
Elasticidade 1º dia (%)	$65,806 x + 60,550 y + 1,760 xy$	0,043	22,09	95,67
Elasticidade 7º dia (%)	$57,889 x + 56,229 y + 6,891 xy$	0,073	12,70	92,70
Elasticidade 15º dia (%)	$57,580 x + 56,180 y - 4,754 xy$	0,427	1,34	57,29

x = percentagem de farinha de arroz na mescla

y = percentagem de farinha de pinhão na mescla

Tanto para as análises de firmeza, quanto de elasticidade, o modelo estatístico dado pelo Simplex Centroid apresentou-se significativo apenas no primeiro dia. Em ambos os casos, foi possível observar que a farinha de arroz apresentou coeficientes maiores, contribuindo com o atributo de qualidade para os produtos em qualquer período após o preparo no parâmetro de elasticidade, porém, devido ao maior valor alcançado para firmeza, a farinha de arroz pode ser classificada como responsável por atribuir menor qualidade em termos de textura. Contudo a mistura entre as componentes gerou efeito antagônico para a resposta, devido coeficiente negativo da variável correspondente à interação. Ou seja, a mistura entre as farinhas colaborou na diminuição da firmeza no primeiro dia de teste.

A TABELA 17 mostra os valores para firmeza e elasticidade dos produtos avaliados pela análise de variância e aplicação do teste de Tukey.

TABELA 17 – FIRMEZA E ELASTICIDADE DOS BOLOS PRODUZIDOS PELAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO

Análises	%Farinha de arroz: %Farinha de pinhão (m:m)				
	100:0	87,5:12,5	75:25	62,5:37,5	50:50
Firmeza 1º dia (N)	9,02 ± 0,01 ^a	8,67 ± 0,04 ^a	8,41 ± 0,01 ^a	8,22 ± 0,55 ^a	8,37 ± 0,01 ^a
Firmeza 7º dia (N)	14,65 ± 0,09 ^a	15,72 ± 0,09 ^a	1,57 ± 0,06 ^a	12,68 ± 0,15 ^b	13,27 ± 0,03 ^b
Firmeza 15º dia (N)	18,33 ± 0,10 ^a	16,95 ± 0,09 ^a	16,90 ± 0,05 ^a	14,59 ± 0,71 ^b	13,69 ± 0,02 ^b
Elasticidade 1º dia (%)	65,83 ± 0,45 ^a	64,57 ± 1,01 ^a	64,23 ± 0,61 ^a	61,63 ± 1,01 ^b	60,73 ± 0,81 ^b
Elasticidade 7º dia (%)	57,73 ± 0,29 ^{ab}	59,2 ± 0,53 ^a	58,43 ± 0,61 ^a	57,97 ± 0,67 ^{ab}	56,27 ± 1,33 ^b
Elasticidade 15º dia (%)	58,03 ± 0,29 ^a	55,27 ± 1,21 ^b	56,2 ± 1,65 ^{ab}	56,03 ± 1,07 ^{ab}	55,9 ± 0,75 ^{ab}

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Através da análise de variância e aplicação do teste de Tukey, os dados entre as propriedades de firmeza e elasticidade mostraram-se similares para os bolos com 37,5% e 50% de farinha de pinhão durante os quinze dias após preparo. Para firmeza as amostras contendo a maior proporção de farinha de pinhão (50% e 37,5%) foram estatisticamente diferentes dos tratamentos com menor teor, pois, após 7 dias, para a elasticidade os bolos com maior conteúdo de farinha de pinhão iniciaram menos elásticos que os demais, porém, após 15 dias de preparo não diferiram da amostra modelo com 100% de farinha de arroz.

De um modo geral, foi possível observar que a amostra com maior quantidade de farinha de pinhão apresentou ambos os parâmetros iniciais de textura inferiores à amostra contendo 100% de farinha de arroz. Contudo, ao passar os dias em avaliação, o produto composto apenas por farinha de arroz perdeu rapidamente as suas características iniciais, em contrapartida, as amostras contendo farinha de pinhão apresentaram menor variação tanto de firmeza, quanto de elasticidade. O

desempenho observado sugere maior capacidade de estabilidade do produto final a medida em que se adiciona farinha de pinhão.

Singh *et al.* (2012) determinaram os parâmetros de firmeza e elasticidade em bolos sem glúten a partir da adição de farelo de milho. No estudo detectou-se que a textura de bolos foi significativamente afetada pela substituição de farinha com farelo de milho. Bolos com teor de farelo de milho superior a 20% resultaram em maior firmeza do que o dos bolos referentes à formulação padrão. O parâmetro de elasticidade foi significativamente reduzido com a adição superior a 10% de farelo de milho na massa. O valor de firmeza do produto formulado com 20% de farelo de milho apresentou o valor de 844,6 N, próximo ao tratamento do presente estudo, com 50% de farinha de pinhão, que apresentou 853,1N. Contudo, a presença da farinha de pinhão, apesar de conferir maior firmeza ao bolo, também demonstra maior elasticidade, com valor de 60,73%, frente à pesquisa comparativa, que resultou em 50,64% para o teor referenciado de farelo de milho. Ambos os dados abordados consideraram o tempo zero de análise, conforme realizado no estudo de Singh *et al.* (2012). Tais resultados demonstraram que a presença de farinha de pinhão, na fabricação de bolos, promove estabilidade em termos de firmeza e elasticidade do produto acabado.

5.5 PRODUTO FINAL: COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

A partir do produto pronto resultante de cada pré-mistura, foram realizadas análises de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibras e carboidratos para definir a composição centesimal de cada amostra. O estudo estatístico, aplicado em cada análise, descreveu os resultados através de equações, conforme segue na TABELA 18.

TABELA 18 – EQUAÇÕES OBTIDAS NAS ANÁLISES CENTESIMAS DOS BOLOS PRODUZIDOS PELAS MESCLAS DE FARINHA DE ARROZ COM FARINHA DE PINHÃO (g/100g)

Propriedade	Equação	Valor de p	Valor de F	R ² Ajustado (%)
Umidade	$24,865 x + 25,721 y + 4,663 xy$	0,446	1,24	55,41
Cinzas	$2,4886 x + 2,6126 y + 0,3314 xy$	0,804	0,24	19,65
Proteínas	$5,881 x + 6,037 y - 1,063 xy$	0,020	50,27	98,05
Lipídios	$17,496 x + 16,080 y - 1,234 xy$	0,241	3,14	75,87
Fibras	$2,0343 x + 3,7463 y + 0,0457 xy$	0,606	0,65	39,36
Carboidratos	$44,541 x + 42,581 y - 5,829 xy$	0,170	4,87	82,97

x = percentagem de farinha de arroz na mescla

y = percentagem de farinha de pinhão na mescla

Diante das equações resultantes, observou-se que as análises não demonstraram interação entre as componentes, sendo, portanto, resultados não significativos, exceto para a quantificação de proteínas, cujos valores de p verificados foram de 0,02 para o modelo estatístico e 0,012 para a interação entre as componentes. Após a análise da equação relativa à resposta para proteína, observou-se que o coeficiente da farinha de pinhão (y) apresentou maior contribuição para o aumento de proteínas no produto final. Contudo, a interação entre ambas as farinhas utilizadas foi antagônica, uma vez que o coeficiente se mostrou negativo, indicando que a combinação promove a diminuição de proteínas nos bolos.

Na TABELA 19 estão os resultados da análise da composição centesimal dos produtos finais e aplicação do teste de tukey após realização da análise de variância.

TABELA 19 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS BOLOS PREPARADOS COM AS MESCLAS ENTRE FARINHA DE ARROZ E FARINHA DE PINHÃO

Análises	%Farinha de arroz: %Farinha de pinhão (m:m)				
	100:0	87,5:12,5	75:25	62,5:37,5	50:50
Umidade (%)	$25,04 \pm 0,16^c$	$25,79 \pm 0,12^b$	$25,90 \pm 0,15^b$	$27,29 \pm 0,22^a$	$25,36 \pm 0,13^{bc}$
Cinzas (%)	$2,50 \pm 0,07^a$	$2,50 \pm 0,12^a$	$2,81 \pm 0,05^a$	$2,49 \pm 0,16^a$	$2,66 \pm 0,07^a$
Fibra alimentar total (%)	$1,62 \pm 0,54^b$	$3,66 \pm 0,26^{ab}$	$1,82 \pm 0,54^{ab}$	$3,58 \pm 0,28^a$	$3,80 \pm 0,15^a$
Proteínas (%)	$5,87 \pm 0,14^a$	$5,74 \pm 0,07^a$	$6,05 \pm 0,24^a$	$5,77 \pm 0,40^a$	$5,70 \pm 0,10^a$
Lipídios (%)	$17,32 \pm 0,05^a$	$17,22 \pm 0,32^a$	$16,61 \pm 0,61^a$	$15,72 \pm 0,06^a$	$16,30 \pm 0,08^a$
Carboidratos (%)	$47,65 \pm 0,49^a$	$45,09 \pm 0,22^{bc}$	$46,81 \pm 0,36^b$	$45,15 \pm 0,37^c$	$46,18 \pm 0,35^{bc}$

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os ingredientes adicionados nas pré-misturas e preparo dos bolos, devem ser considerados como contribuintes das alterações ocorridas no produto final frente às mesclas utilizadas, cujas funções, além de estruturar o produto final também podem conferir ao mesmo, propriedades capazes de reduzir o seu tempo de vida útil de prateleira. Essa possibilidade pode ser verificada, principalmente, pelo aumento dos teores de umidade e lipídios que favorecem a deterioração dos bolos preparados com as mesclas.

Ao avaliar as médias resultantes para cada tratamento, foi possível identificar que, os produtos preparados com as maiores proporções de farinha de pinhão, (50% e 37,5%), demonstraram diferença estatística das demais amostras em relação ao teor de fibra alimentar, resultando em valores de 3,58 g/100g e 3,80 g/100g, respectivamente para as mesclas citadas em comparação com a amostra preparada com 100% de farinha de arroz, que demonstrou a quantificação de 1,62 g/100g.

Em pesquisa realizada por Mauricio *et al.* (2012), foram verificadas as composições centesimais de duas formulações para bolo isentas de glúten, ambas preparadas com diferentes proporções de farinha de arroz, fubá, fécula de batata e amido de milho. Ao comparar com os resultados dos bolos prontos do presente estudo, foi possível observar que as formulações contendo outras fontes de amido demonstram valores baixos de lipídios. Contudo, ainda conforme relatado na pesquisa o conteúdo médio para as formulações de 0,73 g/100g de fibras e 2,57 g/100g de proteínas, foram muito inferiores aos respectivos teores de 3,8 g/100g e 5,7 g/100g de fibras e proteínas, identificados no produto elaborado com a maior proporção de farinha de pinhão do presente estudo.

Diante dessa pesquisa, pode-se concluir que o derivado amiláceo de semente de pinhão, utilizado nas formulações preparadas, é o responsável pela contribuição nos valores nutricionais de fibras alimentares nos bolos preparados. Visto essa informação, afirma-se que a farinha de pinhão também é um constituinte capaz de contribuir com aumento de componente funcional no bolo isento de glúten estudado.

5.6 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial buscou explorar o desempenho dos produtos finais em um amplo perfil de participantes. O teste contou com 102 consumidores não treinados, sendo estes compostos por 53,92% de homens e 46,08% de mulheres, com idade predominantemente na faixa entre 26 e 35 anos, em sua maioria apresentando pós-graduação e em sua totalidade relatando o costume de consumo de bolo.

A visualização dos resultados foi disposta por meio de gráficos que ilustram, além dos dados de perfil, as informações da escala do ideal, intenção de compra e parâmetros de aceitação dos consumidores sobre os produtos finais.

A FIGURA 20 indica o quanto os provadores gostam ou desgostam do produto em teste.

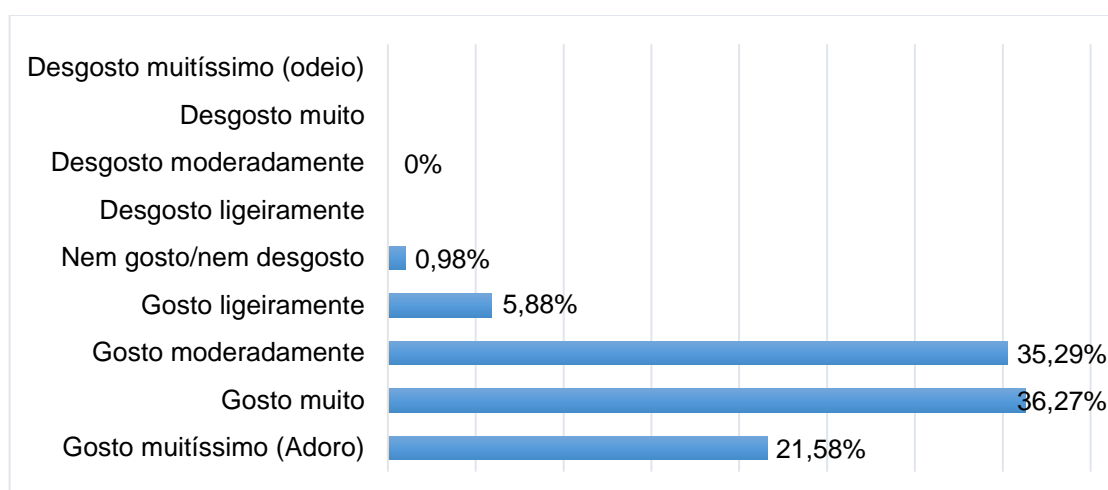


FIGURA 20 - PERFIL DE CONSUMIDORES – APRECIÇÃO DE BOLOS EM GERAL

A afinidade com o consumo de bolo, demonstrou que acima de 70% dos participantes da análise gostam muito ou moderadamente do produto, e nenhum provador alegou desgostar da amostra em teste. Essas informações contribuíram para a avaliação de forma positiva.

A frequência de consumo e os pontos considerados como mais importantes referentes ao bolo, estão descritos pelas FIGURAS 21 e 22, respectivamente.

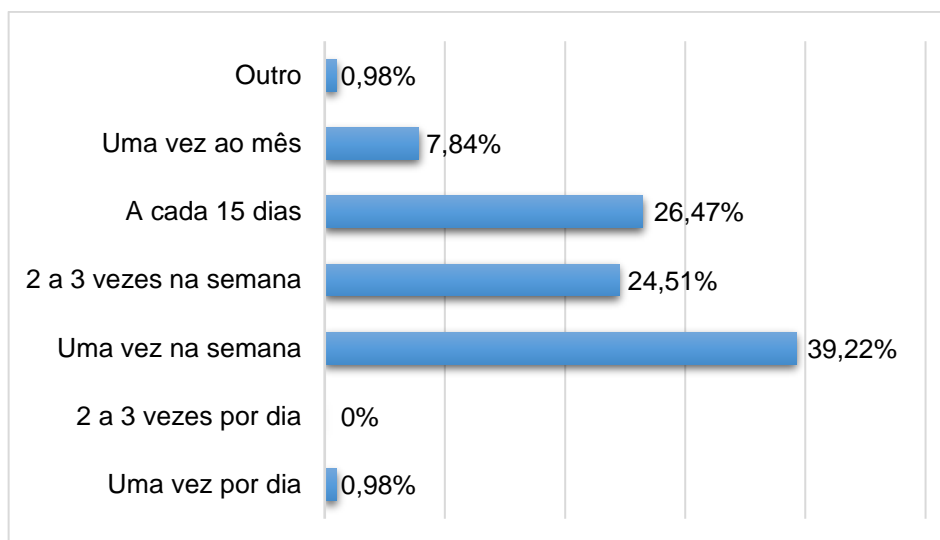


FIGURA 21 - FREQUÊNCIA DE CONSUMO DE BOLO SEM GLÚTEN

Diante dos dados relatados, observou-se que os consumidores apresentam considerável frequência na ingestão de bolos, sendo este um produto, semanalmente presente no cotidiano de mais de metade dos consumidores.

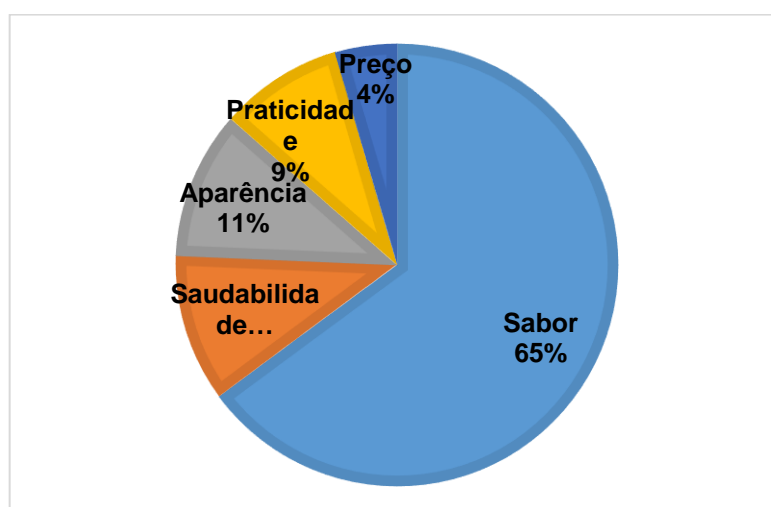


FIGURA 22 - PARÂMETROS CONSIDERADOS COMO MAIS IMPORTANTES NO CONSUMO DE BOLO SEM GLÚTEN

Verificou-se que o sabor é o parâmetro mais buscado referente ao bolo, onde a característica de preço resultou no ponto de menor importância para a aquisição desse produto.

Devido à isenção de glúten no produto desenvolvido, foram questionadas informações sobre saúde dos consumidores relativas à imposição dessa dieta. Apenas um consumidor relatou ser celíaco entre o total de 102 participantes. As

FIGURAS 23 e 24 demonstram dados sobre alergia alimentar e opinião sobre a exclusão de glúten dos produtos.

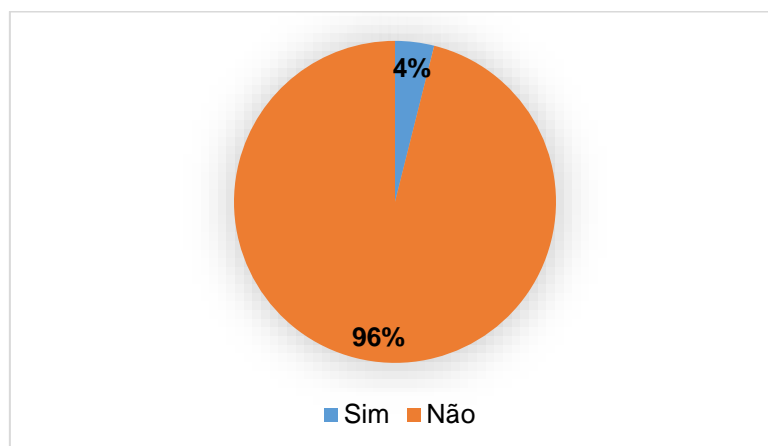


FIGURA 23 - QUANTIDADE DE CONSUMIDORES QUE APRESENTAM ALGUMA ALERGIA ALIMENTAR

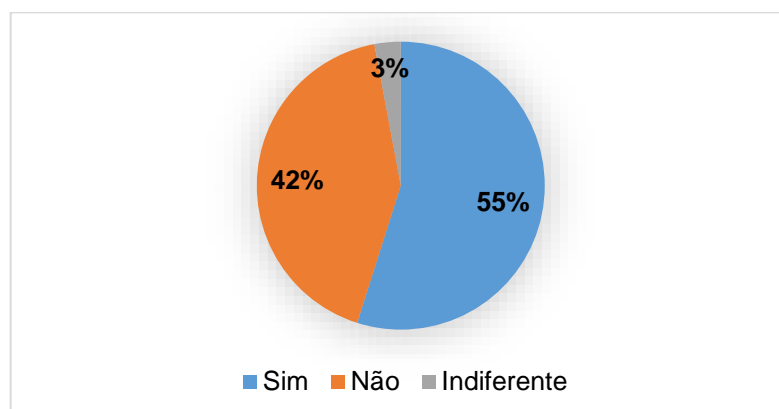


FIGURA 24 - QUANTIDADE DE CONSUMIDORES QUE SÃO FAVORÁVEIS AOS PRODUTOS SEM GLÚTEN

Dentre os participantes da pesquisa, poucos alegaram ter algum problema em relação aos alimentos. Por outro lado, ao responderem sobre a inserção de produtos isentos de glúten ao mercado atual, os resultados demonstraram equilíbrio entre os posicionamentos positivos e negativos. Contudo, a justificativa dos indivíduos que opinaram a favor de produtos sem glúten foi, em sua maioria, indicando a importância apenas de fornecer alternativas aos consumidores que apresentam essa necessidade. Uma pequena parcela ainda considerou que a retirada de glúten da dieta pode fornecer algum benefício à saúde de pessoas não celíacas. Os consumidores que se posicionaram contra os produtos isentos de glúten não justificaram.

Para a avaliação das amostras, estas foram codificadas com números de três dígitos escolhidos aleatoriamente. Cada código correspondeu ao produto acabado a partir de uma pré-mistura. A TABELA 20 apresenta a relação entre a proporção das farinhas utilizadas para cada pré-mistura e a codificação dos produtos finais.

TABELA 20 – PROPORÇÕES ENTRE AS FARINHAS DE ARROZ E PINHÃO E RESPECTIVOS CÓDIGOS DESIGNADOS ÀS AMOSTRAS DE PRODUTO PRONTO

Código da Amostra	Farinha de Arroz (%)	Farinha de Pinhão (%)
196	100,0	0,0
466	87,5	12,5
305	75,0	25,0
532	62,5	37,5
278	50,0	50,0

As amostras foram avaliadas em termos estruturais por meio de uma escala do ideal para o atributo textura. Dessa forma, os produtos foram classificados a fim de determinar o parâmetro de ideal de cada provador.

A FIGURA 25 demonstra os resultados obtidos para cada amostra testada.

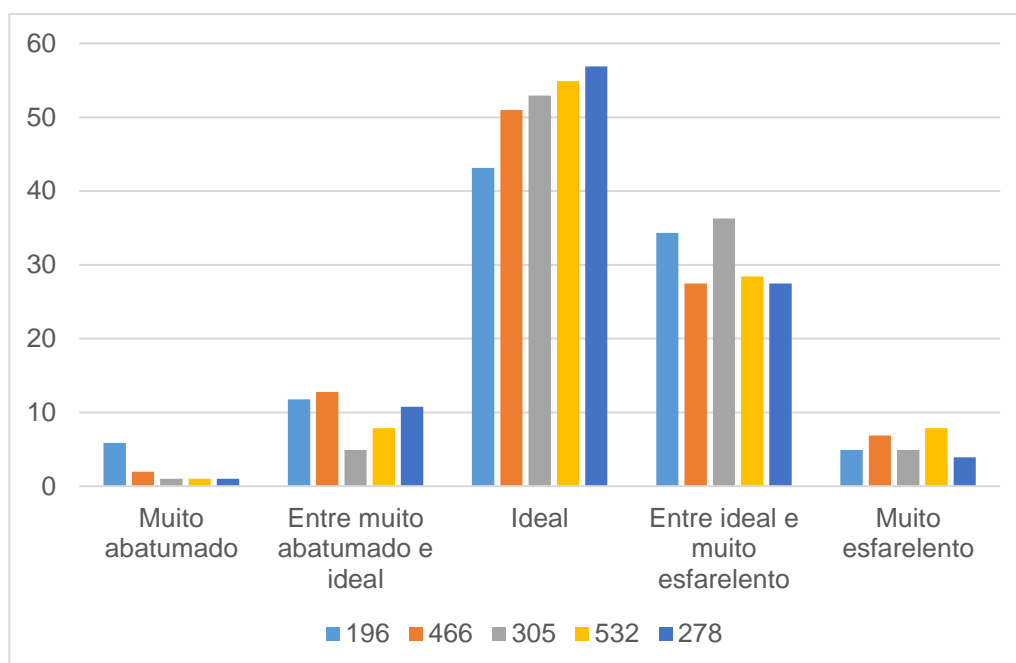


FIGURA 25 – CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS NA ESCALA DO IDEAL
 196 (100% FARINHA DE ARROZ E 0% FARINHA DE PINHÃO)
 466 (87,5% FARINHA DE ARROZ E 12,5% FARINHA DE PINHÃO)
 305 (75% FARINHA DE ARROZ E 25% FARINHA DE PINHÃO)
 532 (62,5% FARINHA DE ARROZ E 37,5% FARINHA DE PINHÃO)
 278 (50% FARINHA DE ARROZ E 50% FARINHA DE PINHÃO)

Perante o julgamento dos consumidores, as amostras em teste apresentaram características ideais em mais de 50% das análises, exceto para o produto contendo 100% de farinha de arroz, que demonstrou 43,15% como ideal, onde 34,31% dos indivíduos considerou o produto com aspecto esfarelento. Os dados resultantes permitem afirmar que a inserção de farinha de pinhão é capaz de reduzir sensorialmente a tendência de o produto esfarelar-se, uma vez que o maior índice de classificação como ideal, com 56,87%, correspondeu ao teste utilizando a maior proporção de farinha de pinhão, conforme ilustrou o gráfico da amostra 278. Considerando os dados de textura na escala do ideal foi possível considerar a amostra 532 (62,5% farinha de arroz e 37,5% farinha de pinhão) com alto índice de aceitação perante os consumidores.

Além da avaliação sobre os parâmetros ideais para o produto acabado, o teste conduziu a atribuição frente à intenção de compra dos bolos desenvolvidos. A FIGURA 26 relata a classificação de cada amostra frente ao intuito de aquisição da mesma.

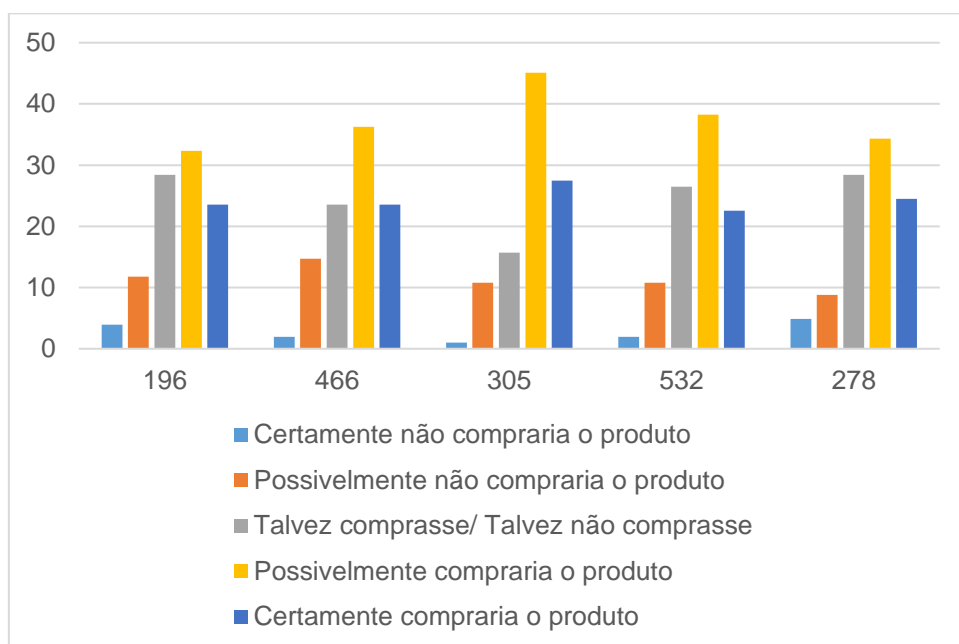


FIGURA 26 – INTENÇÃO DE COMPRA DE CADA AMOSTRA
 196 (100% FARINHA DE ARROZ E 0% FARINHA DE PINHÃO)
 466 (87,5% FARINHA DE ARROZ E 12,5% FARINHA DE PINHÃO)
 305 (75% FARINHA DE ARROZ E 25% FARINHA DE PINHÃO)
 532 (62,5% FARINHA DE ARROZ E 37,5% FARINHA DE PINHÃO)
 278 (50% FARINHA DE ARROZ E 50% FARINHA DE PINHÃO)

Os resultados obtidos na avaliação de intenção de compra foram satisfatórios, uma vez que os consumidores indicaram como possível a aquisição do produto em todas as amostras testadas. As opções contrárias à compra foram apontadas em menor índice pelos participantes. Portanto, pode-se afirmar a viabilidade de inserção de até 50% de farinha de pinhão nas composições de pré-mistura para bolo, sem conferir alterações organolépticas negativas ao produto final.

As informações referentes à aceitação global, avaliadas pela Análise de Componentes Principais (ACP), possibilitaram realizar a leitura dos dados agrupando as respostas tanto das amostras quanto dos consumidores.

Verificou-se que as duas primeiras dimensões foram capazes de explicar 60,72% da variabilidade das respostas dos participantes do estudo em relação ao quanto gostaram dos bolos (FIGURAS 27 e 28). As amostras correlacionaram-se positivamente com o componente principal 1; já com o componente 2, as amostras 466 e 532 apresentaram correlação negativa.

A separação espacial das amostras de mistura para bolo sugere a formação de três grupos com aceitações distintas (FIGURA 27): No primeiro quadrante observa-se grupo formado pelas amostras 196 e 278 (no caso da 196 foi 100% de farinha de arroz e da 278 foi metade farinha de pinhão e metade farinha de arroz). O segundo grupo a amostra 305 (75% farinha de arroz e 25% farinha de pinhão). Por último o agrupamento com as amostras 466 e 532. Estas amostras possuem 87,5% de farinha de arroz e 12,5% farinha de pinhão (466) e 62,5% de farinha de arroz e 37,5% de farinha de pinhão na sua formulação.

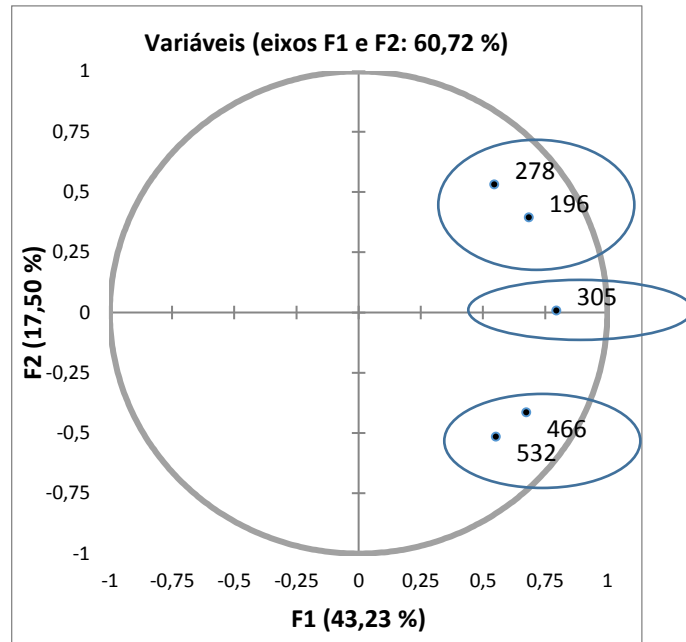


FIGURA 27 – DISPERSÃO DAS AMOSTRAS DE MISTURA PARA BOLO EM RELAÇÃO À ACEITAÇÃO DOS CONSUMIDORES

Na FIGURA 28 cada ponto representa as correlações entre os dados de aceitação de um consumidor com os dois primeiros componentes principais. Os consumidores correlacionados com pelo menos um dos componentes apresentaram diferença na aceitação das amostras. A maioria dos consumidores situou-se na região central do gráfico.

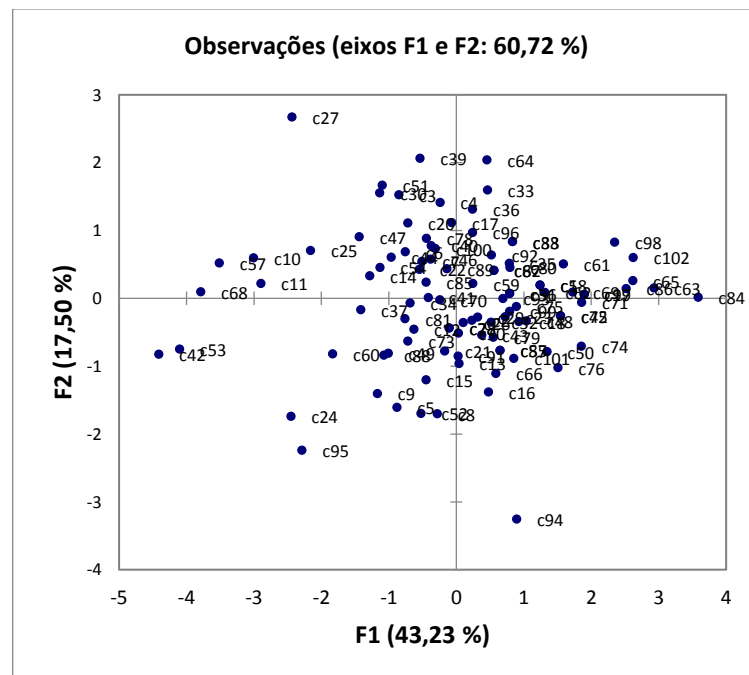


FIGURA 28 - POSIÇÃO DOS CONSUMIDORES NO ESPAÇO DEFINIDO PELA PRIMEIRA E SEGUNDA DIMENSÃO

A análise de Cluster agrupou os consumidores em dois segmentos (95, e 07 consumidores) cujo dendrograma pode ser visto na FIGURA 29, evidenciando divergência de opiniões quanto à aceitação dos bolos obtidos com farinha de arroz e de pinhão em diferentes proporções.

Foi notável a concentração superior dos consumidores presentes entre os quadrantes I e IV. Ao verificar nos dados originais, de forma isolada, os provadores que se mostraram dispersos se diferenciavam por avaliarem negativamente o produto. Portanto, houve uma boa apreciação dos produtos finais diante dos consumidores.

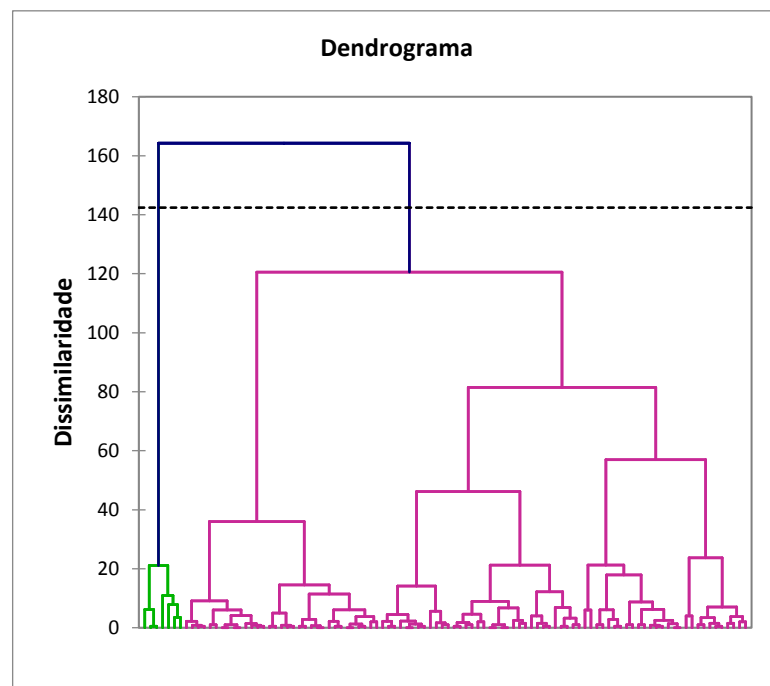


FIGURA 29 - DENDROGRAMA DOS CONSUMIDORES (n=102)

Nas FIGURAS 30 e 31 o gráfico evidencia a Análise de Componentes Principais considerando-se os segmentos. Verifica-se que no segmento 2, os indivíduos estão localizados em regiões opostas às das amostras, o que indica baixa aceitação dos produtos. No segmento 1, os indivíduos situam-se na região mais central do gráfico, apresentando aceitação por grande parte das amostras.



TABELA 21- MÉDIAS DA ACEITAÇÃO DE BOLOS ELABORADOS COM FARINHA DE ARROZ E DE PINHÃO EM DIFERENTES PROPORÇÕES, POR SEGMENTO DE CONSUMIDORES

Amostras	Segmento 1 (n=95)	Segmento 2 (n=07)
Bolo com 100% farinha de arroz e 0% farinha de pinhão (196)	6,947 ^a	4,286 ^c
Bolo com 87,5% farinha de arroz e 12,5% farinha de pinhão (466)	6,916 ^a	4,857 ^c
Bolo com 75% farinha de arroz e 25% farinha de pinhão (305)	7,274 ^a	4,000 ^c
Bolo com 62,5% farinha de arroz e 37,5% farinha de pinhão (532)	7,063 ^a	6,000 ^{abc}
Bolo com 50% farinha de arroz e 50% farinha de pinhão (278)	6,853 ^{ab}	5,429 ^{bc}

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Escala hedônica estruturada de nove pontos, sendo 1: desgostei extremamente e 9: gostei extremamente. N=102

No segmento 1, duas amostras apresentaram aceitação acima de 7 (gostei moderadamente e gostei muito) na escala hedônica de 9 pontos. Estas amostras foram a 305 e a 532. No segmento 2 (7 indivíduos) os participantes demonstraram menor aceitabilidade pelas amostras. Pelos dados observa-se que a farinha de pinhão adicionada na pré-mistura de bolos, na proporção de 25 a 37,5% melhorou a aceitabilidade dos produtos em ambos os segmentos de consumidores. Ao verificar os pontos dispersos em meio ao resultado geral, foi possível observar que se tratavam de consumidores com informações divergentes dos demais participantes, onde demonstravam dados contraditórios como alto índice de afeição com o produto, mas baixa frequência de consumo. Além disso, os consumidores dispersos apresentaram avaliação negativa sobre os produtos em teste, fato que se torna uma vantagem na aceitação do produto avaliado.

6 CONCLUSÃO

Durante o estudo foi possível caracterizar as propriedades físico-químicas das mesclas preparadas entre as farinhas, bem como dos bolos produzidos, resultando para os bolos preparados com maiores teores de farinha de pinhão, o dobro do teor de fibras alimentares comparativamente aos produtos preparados apenas com farinha de arroz. Em conjunto com essa informação, as propriedades reológicas possibilitaram verificar que os parâmetros como viscosidade das farinhas e textura dos produtos finais obtidos permitem o emprego de proporção de 37,5% a 50% da farinha de pinhão no desenvolvimento de bolos.

A pesquisa realizada viabilizou a inserção de farinha de pinhão para o preparo de pré-mistura para bolo sem glúten. A aplicação verificou que mesmo na maior proporção utilizada, entre farinha de pinhão frente à farinha de arroz (50:50, m:m), foi possível obter produtos sensorialmente aceitáveis, onde a farinha de pinhão demonstrou capacidade de reduzir o aspecto farelento em bolos como observado no produto produzido com 100% de farinha de arroz.

A análise aglomerativa hierárquica possibilitou um conhecimento mais detalhado dos segmentos de consumidores, gerando informações precisas que podem ser utilizadas de maneira estratégica pelo setor produtivo no desenvolvimento desses produtos. Uma das características avaliadas no estudo descreveu a relação entre sabor e preço do produto em teste, onde o sabor prevaleceu no momento da escolha. Essa informação foi pertinente para afirmar a preferência do público, o qual mostra menor preocupação com custos em referência à opção de produtos novos, desde que estes agradem ao paladar.

Concomitantemente, a pesquisa ofertou uma alternativa para o nicho de mercado correspondente aos indivíduos celíacos, uma vez que a farinha de pinhão não contém glúten. Dessa forma, foi possível ainda agregar valor à semente proveniente da *Araucaria angustifolia*, visando capacitar a sua industrialização, que atualmente é nula, e por consequência promover o seu valor regional, além de reduzir a sua ameaça à extinção.

REFERÊNCIAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods. Saint Paul: 2. 10th ed, 2000.

ACELBRA. Associação dos Celíacos do Brasil. Disponível em <<http://www.acebra.org.br>> Acesso em 14 de julho de 2015.

ACORSI, D. M.; BEZERRA, J. R. M. V.; BARÃO, M. Z.; RIGO, M. Viabilidade do processamento de biscoitos com farinha de pinhão. *Ambiência*, v. 5, n. 2, Guarapuava, 2009. p. 207-212.

ANVISA, 1978. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA nº 12 de 1978. Diário Oficial da União. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78.htm> Acesso em 23 de abril de 2016.

ANVISA, 2001. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 40 de 21 de março de 2001. Regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embalados. Disponível em <<http://www.hidrolabor.com.br/RDC40.pdf>> Acesso em 12 de novembro de 2015.

ANVISA, 2005. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 273 de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para misturas para o preparo de alimentos e alimentos prontos para o consumo. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/b683960047457a8b8736d73fbc4c6735/RDC_273_2005.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 12 de novembro de 2015.

ANVISA, 2005. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 540 de 27 de outubro de 1997. Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d1b6da0047457b4d880fdc3fbc4c6735/PORTARIA_540_1997.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 16 de julho de 2015.

ARAÚJO, M. S. Falando de panificação. 2 Edição: W. Cor Gráfica. São Paulo, 1994. p. 235.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia. 1993. p. 8.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. NBR 14141. Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

AUGUSTO-RUIZ, W.; BONATO, S. R.; SILVA ARRIECHE, L.; VAZ ALVES, F. Caracterização da farinha pré-gelatinizada de arroz integral produzida a partir de grãos quebrados. *Vetor*, v. 13, Rio Grande, 2003. p. 25-46.

AURICCHIO, S.; TRONCONE, R. History of celiac disease. *Eur J Pediatr*, 1996.

ANZALDÚA-MORALES, A. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza: Acibria SA, 1994. p. 198.

BELLO-PÉREZ, L. A.; GARCÍA-SUÁREZ, F.J.; MÉNDEZ-MONTEALVO, G.; NASCIMENTO, J. R. O.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Isolation and characterization of starch from seeds of *Araucaria brasiliensis*: A novel starch for application in food industry. *Starch/Stärke*, v. 58, 2006. p. 283-291.

BEMILLER, J. N. Hydrocolloids. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap. 9, p. 203-215.

BENASSI, V. de T.; WATANABE, E.; LOBO, A. R. Produtos de panificação com conteúdo calórico reduzido. *B. Ceppa*, v. 19, n. 129, Curitiba, 2001. p. 222-242.

BERGE-HENEGOUWEN, G. P.; MULDER, C. J. J. Pioneer in the gluten free diet: Wille-Karel Dicke 1905-1962, over 50 years of gluten free diet, 1993.

BERHMER, M. L. A. Tecnologia do leite. 15 ed. São Paulo: Nobel, 1984. p. 16.

BICUDO, S. C. W. Caracterização de amidos nativos de diferentes fontes botânicas através de técnicas termo analíticas e teor de amilose. Dissertação (Mestrado em ciências e tecnologia de alimentos) - Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta grossa, 2008.

BIRD, R. B.; STEWART, W. E.; LIGHTFOOT, E. N. Fenômenos de Transporte. Parte I - Transporte de Momento. Rio de Janeiro: LTC, 2004. p. 11-254.

BISCO, A. P. R. A influência de algumas variáveis sobre a reologia de polpas minerais. Dissertação de (mestrado) - Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2009.

BOBBIO, F.O.; EI-DASH A. A.; TOLEDO, M. C. F. Starch from the seeds of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. *An. Acad. Brasil. Cienc.*, 1978.

BORDA, E. L.; STEHMANN, J. R. Morfologia e Taxonomia de Espermatófitas e Magnoliófitas, 2007.

BORGES, J. T. da S.; PIROZI, M. R.; LUCIA, S. M. D.; PEREIRA, P.C.; MORAES, A. R.F.; CASTRO, V. C. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração e bolos. *B. Ceppa*, v. 24, n.1, Curitiba, 2006. p. 145-162.

BRAZ, R.; BOTELHO, A. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. *Brazilian Journal Of Nutrition*, Campinas, v. 23, 2010. p. 467-474.

BRDE Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. Cultivo da *Araucaria angustifolia*: análise de viabilidade econômico-financeira. Florianópolis, 2005. p. 53.

BUENO, P. D. F. Viscoamilografia na estimativa do teor de amilose e características de consumo de arroz. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2008.

CALVEL, R. O pão francês e os produtos correlatos: tecnologia e prática da panificação. Fortaleza: Senai/Certren-Departamento Regional do Ceará, 2003. p. 28-34.

CAPELLA, A. C. de V. Farinha de pinhão (*Araucaria angustifolia*): composição e estabilidade do gel. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CARUSO, V. R. Mistura para o preparo de bolo sem glúten. Dissertação (mestrado) - Engenharia de processos químicos e bioquímicos. Centro universitário do Instituto de Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul, 2012.

CHAVES, J. B. P. Análise sensorial: histórico e desenvolvimento. Viçosa: Editora UFV, 1998. p. 31.

CEREDA, M.P.; WOSIACKI, G. Characterization of pinhao starch. Rheological Properties of the Pastes, 1985.

CHAMP, M.; FAISANT, N. Resistant starch: analytical and physiological aspects. Bol. SBCTA, v.30, n.1, 1996. p. 37-43.

CONFORTI, P. A.; LUPANO, C. E. Comparative study of the starch digestibility of *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* seed flour. Starch/Stärke, v. 60, La Plata, 2008. p. 192-198.

CORDENUSI, B. R.; MENEZES, E. W.; GENOVESE, M. I.; COLLI, C.; SOUZA, A. G.; LAJOLO, F. M. Chemical Composition and Glycemic Index of Brazilian Pine (*Araucaria angustifolia*) Seeds. Journal of Agriculture and Food Chemistry, v. 52, n. 11, 2004. p. 3412-3416.

COULTATE, P. T. Alimentos e química de seus componentes. 3 Edição. Editora Artmed, São Paulo, 2004. p. 349.

DE GODOY, ROSSANA CB; NEGRE, M. F. O. ; MENDES, L.M. ; SIQUEIRA, G. L. A.; Helm, C.V. . O PINHÃO NA CULINÁRIA. 1. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2013. 138p.

DELCOUR, J. A., BRUNEEL, C., DERDE, L. J., GOMAND, S. V., PAREYT, B., PUTSEYS, J. A, WILDERJANS, E., LAMBERTS, L. Fate of starch in food processing: from raw materials to final food products. v. 1, 2010. p. 87-111.

DHEN, N.; ROMÁN, L.; REJEB, I. B.; MARTÍNEZ, M. M.; GAROGOURI, M.; GÓMEZ, M. Particle size distribution of soy flour affecting the quality of enriched gluten-free cakes. LWT - Food Science and Technology. v. 66, 2016. p. 179-185.

DUTCOSKY, SILVIA DEBONI. Análise sensorial de alimentos. 2 ed. Curitiba, PR : Champagnat, 2013. p. 244.

EL-DASH, A. A.; CAMARGO C. R. O. Fundamentos da tecnologia de panificação. Secretaria da Indústria, Comércio e Tecnologia, São Paulo, 1982. p. 400.

EL-DASH, A.; GERMANI, R. Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinhas mistas na produção de bolos. EMBRAPA-SPI, v 7, Brasília, 1994. p. 31.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Comunicado Técnico – Descascamento e Secagem de Pinhão (*Araucaria angustifolia*) para obtenção de farinha: Rio de Janeiro, 2014.

EMULZINT, EMULZINT IND. E COM. LTDA. Curso técnico de panificação: Campinas, 1985. p. 91.

FENNEMA, O.R.; PARKIN, K. L.; DAMODARAN, S. Química de Alimentos. Editora Artmed. 4ª Edição, 2010. p.110-111.

FERNANDES, A. F.; PEREIRA, J.; GERMANI, R.; OIANO-NETO, J. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas – SP, 2008. p. 56-65.

FERNANDEZ, J. H. Identificação e Caracterização de Proteínas e Genes Expressos Diferencialmente durante o Desenvolvimento do Embrião Zigótico de *Araucaria angustifolia*. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Estrutural) – Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo, Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2003.

FERREIRA, R. M. S.; CAMARGO, L. Aditivos em alimentos. B. Ceppa, v.11, n.2, 1993. p. 159-176.

FERREIRA, V.L.; ALMEIDA, T.C.A.; PETTINELLI, M.L.C.; SILVA, M.A.A.P.; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M. Análise sensorial de testes discriminativos e afetivos. Campinas: SBCTA, 2000.

FLACK, E. A., Flavors, 1976. p. 104-110.

Food Navigator USA. General Mills: Gluten-free a “significant incremental opportunity”, 2011. Disponível em: <<http://www.foodnavigator-usa.com/Suppliers2/General-Mills-Gluten-free-a-significant-incremental-opportunity>>. Acesso em 12 de agosto de 2015.

FUKUOKA, M.; OHTA, K. I.; WATANABE, H. Determination of the terminal extent of starch gelatinization in a limited water system by DSC. Journal of Food Engineering, v. 53, n. 1, 2002. p. 39-42.

FULGONI, V. L.; CHUB, Y.; O'SHEAB, M.; SLAVINC, J. L.; DIRIENZO, M. A. Oatmeal consumption is associated with better diet quality and lower body mass index in adults: the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), *Nutrition Research*, v. 35, 2010. p. 2001-2010.

GALLAGHER, E.; GORMLLEY, T. R.; ARENDT, E. K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends. Food Sci. Technol.*, v. 15, 2004. p. 143-152.

GAMA, T. M. M. T. B. Estudo comparativo dos aspectos físico-químicos do pinhão nativo e do pinhão proveniente de processos de polinização controlada de *Araucaria angustifolia* e da influência do tratamento térmico. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

GRISWOLD, R. M. Estudo experimental dos alimentos. Rio de Janeiro: Universidade de São Paulo, 1972. 460 p.

GRYSZKIN, A.; ZIEBA, T.; KAPELKO-ZEBERSKA, M.; ATRASZKIEWICZ, A. Hydrothermal modification of wheat starch part 1. Effect of particle size on the viscosity of formed pastes. *Journal of Cereal Science*, v. 68, 2016. p. 46–5.2

GUJRAL, H. S.; ROSELL, C. M. Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. Oxford: *Journal of Cereal Science*, 2004.

GUTKOSKI, L. C.; DURIGON, A.; MAZZUTTI, S.; CEZARE, K.de.; COLLA, L. M. Influência do tipo de farinha de trigo na elaboração de bolo tipo inglês. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, v. 14, n. 4, Passo Fundo, 2011. p. 275-282.

HAGER, A. S.; ARENDT, E. K. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. *Food Hydrocolloids*, v. 32, n. 1, 2013. p. 195-203.

HASENHUETTL, R. W. Food Emulsifiers and their Applications, International Thompson Publishing, New York, 1997.

HOSENEY, R.C. Principles of cereal science and technology. Saint. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1990. 327 p.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná. Portaria nº 059, DE 24 DE MARÇO DE 2014. Procedimentos para controle da exploração do PINHÃO. Disponível em < <http://www.iap.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=491> > Acesso em 17 de julho de 2015.

KADAN, R. S.; ROBINSON, M. G.; THIBODEUX, D.P.; PEPPERMAN, A. B. Jr. Texture and other physicochemical properties of whole rice bread. *Journal Food Science*, 2001.

KIM, J.; SHIN, M. Effects of particle size distributions of rice flour on the quality of gluten-free rice cupcakes. Korea: Elsevier Department of Food and Nutrition, 2014.

KOCH, Z.; CORRÊA, M. C. Araucária, A Floresta do Brasil Meridional. ed. Olhar Brasileiro, Curitiba, 2002. p. 148.

KROG, N. J., in Food Emulsions, New York, 1997.

KROG, N. J., LARSSON, K., Chem. Phys. Lipids, v. 2, 1968. p. 129-143.

LAGARRIGUE, S., ALVAREZ, G. The rheology of starch dispersions at high temperatures and high shear rates: a review. Journal of Food Engineering, England, v. 50, 2001. p. 180 – 202.

LAZARIDOU, A., DUTA, D., PAPAGEORGIOU, M. BELC, N., BILIADERIS, C. G. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. Journal of Food Engineering, v. 79, 2007. p. 1033-1047.

LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. Vegetação. In: LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. Geografia do Brasil Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, v. 2, 1990.

LOURES, A. Obtenção caracterização e utilização de farinha de banana (Musa sp) em panificação. Faculdade de Farmácia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Dissertação, 1989. p. 132.

MA, S., LI, L., WANG, X., ZHENG, X., BIAN, K., BAO, Q. Effect of mechanically damaged starch from wheat flour on the quality of frozen dough and steamed bread. v. 202, 2016. p. 120–124.

MACOSKO, C. W. Rheology Principles, Measurements and Applications. Wiley-VCH, New York, 1994.

MAURICIO, A. A.; BUCHARLES, P. B.; BOLINI, H. M. A.; SOUSA, V. M. C. de. Bolo de cenoura com e sem glúten: desenvolvimento da formulação e aceitação do produto. Revista Agro@mbiente On-line, v. 6, n. 3, Roraima, Boa Vista – RR, 2012. p. 250-257.

MEDEIROS, M. M. L. Farinha de trigo, aditivos e panificação. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005. p. 75.

MENEZES, E.W., GIUNTINI, E.B., DAN, M.C.T., LAJOLO, F.M. New information on carbohydrates in the Brazilian Food Composition Database. Journal of Food Composition and Analysis, v. 22, 2009. p. 446-452.

MONTEIRO, C. L. B. Técnicas de Avaliação sensorial. 2. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, CEPPA, 1984. p. 101.

MORAES, M. A. C. Métodos para avaliação sensorial dos alimentos. 6. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1988. p. 93.

MORETTO, E.; FETT, R. Processamento e análise de biscoitos. São Paulo, 1999. p. 97.

MORGAN, J. E.; WILLIAMS, P. C. Starch damage in wheat flours: a comparison of enzymatic, iodometric, and near-infrared reflectance techniques. *Cereal Chemistry*, v. 72, n. 2, 1995. p. 200-212.

MORRISON, W. R; TESTER, R. F. Properties of damage starch granules. II. Crystallinity, molecular order and gelatinisation of ball-milled starches. *Journal of Cereal Science*, v. 19, n. 2, 1994. p. 209-217.

MOSCATTO, J. A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M. C. O. Farinha de yacon e inulina como ingrediente na formulação de bolo de chocolate. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24 n. 4, Campinas – SP, 2004. p. 634-640.

MUNÕZ, A. M. Análisis sensorial em el control de calidad, In: *Avanços em análise sensorial/ Avances en análisis sensorial*. São Paulo: Varela, 1999. p. 89-110.

ONWULATA, C. *Encapsulated and Powdered Foods*. Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. p. 514.

PASQUEL, A. Gomas: utilização e aspectos reológicos. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 33, 1999. p. 86-97.

PAVANELLI, A. P.; CICHELO, M. S.; PALMA, E. J. Emulsificantes como agentes de aeração em bolos. Disponível em: <<http://www.oxiteno.com.br>>. Acesso em: 09 de novembro de 2015.

PEDRERO F., D. L; PANGBORN, R. M. Evaluación sensorial de los alimentos: métodos analíticos. México DF: Alhambra Mexicana. 1989. p. 251.

PEREIRA, M. C.; SOUZA, S. M. S. D.; CUNHA, R. L. D.; ANGÉLICO, C. L. Conservação de produtos de panificação pela adição de condimentos em pó. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 2002. p. 1514-1520.

PERTEN INSTRUMENTS. Applications of the Rapid Visco Analyser (RVA) in the Food Industry: a broader view. Disponível em <<http://www.perten.com/Publications/Articles/Applications-of-the-Rapid-Visco-Analyser-RVA-in-the-Food-Industry-a-broader-view/>> Acesso em 05 de julho de 2016.

PIROZI, R. M. Tecnologia de bolos. Disponível em: <<http://www.ital.br>> Acesso em 2 de novembro de 2015.

RAN INDÚSTRIAS QUÍMICAS. Propionato de cálcio y sódio. Santos Domingos: Buenos Aires. Disponível em: <viarural.com.ar/viarural.com.ar/agroindustria/aditivos>. Acesso em: 14 de outubro de 2015.

RAO, M. A. *Rheology of fluid and semisolid foods: principles and applications*. New York: Aspen Publishers, 1999.

RIBEIRO, E. P. e SERAVALLI, E. A. G. *Química de Alimentos*. São Caetano do Sul: Instituto Mauá de Tecnologia Editora Blucher, 2007, p. 58-59.

RODRIGUES, L. Avaliação da qualidade de vida de crianças celíaca em uso de dieta isenta de glúten: um estudo de caso controle. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007. p. 141.

SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B. de; FAGUNDES-NETO, U. Doença Celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. Arq Gastroenterol, São Paulo, 1999.

SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: avaliação da obediência à dieta isenta de glúten e do conhecimento da doença pelos pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA). Arq Gastroenterol, v. 38, n.4, São Paulo, 2001.

SEIB, P. A. Wheat starch: isolation, structure and properties. v. 41, n. 1, 1994, p. 49-69.

SHAW, J. D. Introdução à química dos colóides e das superfícies. São Paulo: Maar, J. H., 1975.

SILVA, C. V. da. Aspectos da obtenção e comercialização de pinhão na região de Caçador, SC. Florianópolis. Florianópolis: Centro de Ciências Agrárias - UFSC, 2006.

SING, M., LIU, S. X.; VAUGHN, S. F. Effect of corn bran as dietary fiber addition on baking and sensory quality. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 2012. p. 348-352.

SINGH J, WHELAN K. Limited availability and higher cost of gluten-free foods. Journal of Human Nutrition and Dietetics, v. 24, 2012. p.479–486.

SOUZA, R. C. R; ANDRADE, C. T. Investigação dos processos de gelatinização e extrusão de amido de milho. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 10, n. 1, São Paulo, 2000. p. 24-30.

STEFFE, J. F. Rheological methods in food process engineering. Michigan: Freeman Press, 1996. p. 418.

TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4 ed. Revisada e ampliada. Campinas, SP: UNICAMP, 2011. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf> Acesso em 04 de julho de 2016.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. Análise sensorial de alimentos. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1987. p. 180.

TIREKI, S. Technology of cake production. In: Sumnu, S. G.; Sahin, S., eds. Food engineering aspects of baking sweet goods. Boca Raton: CRC Press, 2008. Cap. 7, p. 149-158.

TURABI, E.; SUMMU, G.; SAHIN, S. Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. *Food Hydrocolloids*. v. 24, Department of Food Engineering. Middle East Technical University, Turkey, 2010. p. 755-762.

USP, Universidade Estadual de São Paulo. Tabela brasileira de composição de alimentos, versão 5.0. São Paulo: USP, 2008. Disponível em <<http://www.fcf.usp.br/tabela/lista.asp?base=c>> Acesso em 04 de julho de 2016.

WHITERHURST, R. J. Emulsifiers in Food Technology. Blackwell Publishing Ltd. Northampton, UK, 2004.

XLSTAT. Versão Sensory (Windows). Add in soft, França, 2014.

YUE, P.; WARING, S. Resistant starch in food applications. *Cereal Food World*, v.43, n.9, 1998. p. 690-695.

ZARCADAS, M.; CASE, S. Coeliac disease and the gluten-free diet. *Topics in Clinical Nutrition*, v. 20, 2005. p. 127-138.

ZARCADAS, M.; CRANNEY, A.; CASE, S.; MOLLOY, M.; SWITZER, C.; GRAHAM, I.D.; BUTZNER, J.D.; RASHID, M.; WARREN, R.E. & BURROWS. The impact of a gluten-free diet on adults with coeliac disease: results of a national survey. *J. Hum. Nutr. Diet*, v. 19, 2006. p. 41–49.

ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO SENSORIAL SEMI-ESTRUTURADO

Nome: _____ Provador nº 01

Data ____/____/____

Sexo: M () F ()

Idade: () 18 a 25 anos () 26 a 35 anos () 36 a 45 anos () >46 anos

<p>Nível de instrução:</p> <p>() Primário completo</p> <p>() Secundário incompleto</p> <p>() Secundário completo</p> <p>() Superior incompleto</p> <p>() Superior completo</p> <p>() Pós-graduação</p> <p>Indique o quanto você gosta de bolo:</p> <p>() Gosto muitíssimo (adoro)</p> <p>() Gosto muito</p> <p>() Gosto moderadamente</p> <p>() Gosto ligeiramente</p> <p>() Nem gosto/ nem desgosto</p> <p>() Desgosto ligeiramente</p> <p>() Desgosto moderadamente</p> <p>() Desgosto muito</p> <p>() Desgosto muitíssimo (detesto)</p>	<p>Você consome bolo?</p> <p>Sim () Não ()</p> <p>Se sim, com que frequência?</p> <p>() Uma vez por dia</p> <p>() 2 a 3 vezes por dia</p> <p>() Uma vez na semana</p> <p>() 2 a 3 vezes na semana</p> <p>() A cada 15 dias</p> <p>() Uma vez ao mês</p> <p>() Outro</p> <p>Enumere abaixo de 1 a 5 o que você considera importante na compra do bolo, sendo 1 o mais importante e 5, o menos importante:</p> <p>() Sabor</p> <p>() Saudabilidade</p> <p>() Aparência</p> <p>() Preço</p> <p>() Praticidade</p>
---	---

Você possui alguma alergia relacionada à ingestão de alimentos?

Sim () Não () Indique _____

Você tem algum problema de saúde?

Sim () Não () Indique _____

Você é celíaco?

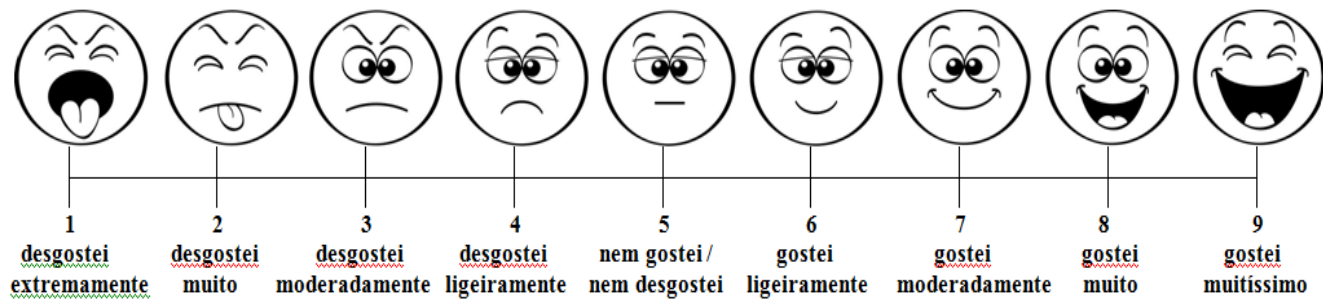
Sim () Não ()

Você é favorável a produtos sem glúten?

Sim () Não () Se sim, porque? _____

TESTE DE ACEITAÇÃO

Você está recebendo cinco amostras de bolo sem glúten sabor baunilha. Prove da esquerda para a direita cada amostra com relação a cada atributo utilizando a escala abaixo (**de 1 a 9**). Entre uma amostra e outra, por favor, tome água.



AMOSTRA	ACEITAÇÃO GLOBAL

Se você encontrasse estes produtos no mercado, qual seria sua intenção de compra. Preencha a tabela de intenção de compra para cada amostra conforme a escala:

- 5 - Certamente compraria o produto
 4 - Possivelmente compraria o produto
 3 - Talvez comprasse / talvez não comprasse
 2 - Possivelmente não compraria o produto
 1 - Certamente não compraria o produto

AMOSTRA	INTENÇÃO DE COMPRA
196	
532	
278	
466	
305	

Ainda para a mesma amostra, utilizando a escala abaixo, indique o quão próximo do ideal encontra-se a textura/consistência dos bolos:

196	() muito abatumado	()	() ideal	()	() muito esfarelento
532	() muito abatumado	()	() ideal	()	() muito esfarelento
278	() muito abatumado	()	() ideal	()	() muito esfarelento
466	() muito abatumado	()	() ideal	()	() muito esfarelento
305	() muito abatumado	()	() ideal	()	() muito esfarelento